



**BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİMİNDE YENİ BİR RİSK ANALİZİ TEKNİĞİ:
ENTEGRE RİSK ANALİZİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Canan GÖREKE

Kütahya-2022

T.C.
KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİMİNDE YENİ BİR RİSK ANALİZİ
TEKNİĞİ: ENTEGRE RİSK ANALİZİ**

Danışman:
Prof. Dr. Cengiz KARAGÜZEL

Hazırlayan:
Canan GÖREKE

Kütahya-2022

Kabul ve Onay

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi	İmza	
	Kabul	Red
Prof. Dr. Cengiz KARAGÜZEL (Danışman)		
Prof. Dr. Önder UYSAL		
Doç Dr. Ali Ekrem ARITAN		

Onay

İmza

Doç. Dr. Arif KOLAY

Enstitü Müdürü

Bilimsel Etik Bildirimi

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım “Biyogazdan Enerji Üretiminde Yeni Bir Risk Analizi Tekniğı: Entegre Risk Analizi” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğı ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

09/06/2022

Canan GÖREKE



Özgeçmiş

İlköğretim, orta ve lise öğretimini Sivas'ta tamamladı. 1997 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2002 yılında bitirdi. Su getirme ve ishale hattı stajını Sivas İller Bankası'nda yaptı. 2007 yılında İstanbul Balcıoğlu Müm. Ltd. Şti'nde çalıştı ve 2012 yılında ayrıldı. 2015 yılında Nevşehir Referans OSGB Ltd. Şti'nde çalıştı ve 2016 yılında ayrıldı. 2019 yılında Ulaştırma Bakanlığı Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanlığı belgesini aldı. 2020 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği ana bilim dalında tezsiz yüksek lisans programına başladı ve 2021 yılında bitirdi. Aynı yıl İSG Akademik dergisinde Cam Şekillendirme Tesislerinde Kesim Hattında İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Değerlendirilmesi konulu makalesi ve Gece Kitaplığı Yayınevi tarafından basılan Mühendislik Alanında Teori ve Araştırmalar adlı kitapta Biyogazdan Elektrik Enerjisi Üretiminin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi konulu kitap bölümü yayınlandı. 2021 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği ana bilim dalında tezli yüksek lisans programına başladı. Halen Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği ana bilim dalında tezli yüksek lisans öğretimine devam etmektedir. MS Office Programları (Word, Excel, Power Point vs.) bilmektedir. Yabancı dili İngilizcedir. Hobileri yüzmek, kitap okumak, spor yapmaktır.

ÖZET

BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİMİNDE YENİ BİR RİSK ANALİZİ TEKNİĞİ: ENTEGRE RİSK ANALİZİ

GÖREKE, Canan

Yüksek Lisans Tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cengiz KARAGÜZEL

Haziran, 2022, 105 sayfa

Endüstride faaliyet gösteren bütün işletmeler sürdürülebilir kalkınma politikası çerçevesinde insan ve çevre sağlığını korumak zorundadır. Bu zorunluluk işletmelerde birçok yasal prosedürün yanı sıra iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi ile çevresel yönetim sisteminin birlikte yürütülmesini gerektirmektedir. Bu tez çalışmasında biyogazdan enerji üreten tesislerde risk faktörleri iş sağlığı ve güvenliği ile çevre sağlığı ve güvenliği açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede risk analizlerine veri sağlayan ortam ölçümleri de kullanılarak bu iki sistemin birlikte yönetilmesine olanak sağlayacak yeni bir risk analizi tekniği; Entegre Risk Analizi oluşturulmuştur. Entegre risk analizinde; iş kazaları ve meslek hastalıkları ile genelde çalışan odaklı düşünülen mevcut risk analizlerine çevresel etki risk faktörleri eklenerek, risklerin boyutları araştırılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerde iş sağlığı ve güvenliği risk skorlarının düşük olsa bile çevresel risk skorlarının yüksek olabileceği durumlar saptanmıştır. Aynı zamanda çevresel etki için iş sağlığı ve güvenliği alanında alınan önlemlerin yetersiz kaldığı da gözlemlenmiştir. Sonuç olarak yasal mevzuatlar açısından ortak paydayı oluşturan risk değerlendirme analizlerinde entegre yönetimin kullanılması; gerçekleşen faaliyetler için başta insan ve çevre sağlığı ile işletmelerin kalkınma projeleri de dâhil olmak üzere tüm çalışma hayatına olumlu katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Çevre Sağlığı ve Güvenliği, İş Sağlığı ve Güvenliği, Ortam Ölçümleri, Risk Analizi

ABSTRACT**A NEW RISK ANALYSIS TECHNIQUE IN ENERGY GENERATION FROM BIOGAS: INTEGRATED RISK ANALYSIS****GÖREKE, Canan****Master Thesis, Department of Occupational Health and Safety****Supervisor: Assoc. Prof. Cengiz KARAGÜZEL****June, 2022, 105 pages**

All businesses operating in the industry have to protect human and environmental health within the framework of sustainable development policy. This obligation requires the execution of the occupational health and safety management system and the environmental management system together, as well as many legal procedures. In this thesis, risk factors in plants producing energy from biogas were evaluated separately in terms of occupational health and safety and environmental health and safety. In the evaluation, a new risk analysis technique; Integrated Risk Analysis was created, which will allow these two systems to be managed together, by using environmental measurements that provide data for risk analysis. In integrated risk analysis; the dimensions of the risks were investigated by adding environmental impact risk factors to the existing risk analysis, which are generally thought to be employee-oriented, with work accidents and occupational diseases. In the data obtained as a result of the research, it has been determined that even if the occupational health and safety risk scores are low, the environmental risk scores may be high. At the same time, it has been observed that the measures taken in the field of occupational health and safety for environmental impact are insufficient. As a result, the use of integrated management in risk assessment analysis, which constitutes the common denominator in terms of legal regulations; for the activities carried out, it will make positive contributions to the entire working life, including primarily human and environmental health and the development projects of enterprises.

Keywords: Ambient Measurements, Biogas, Environmental Health and Safety, Occupational Health and Safety, Risk Analysis

ÖNSÖZ

Bu Yüksek Lisans Tez Çalışma Raporumda, Biyogazdan Enerji Üretimi yapan işletme için hazırlamış olduğum Entegre Risk Analizi sonucunda elde ettiğim bilgileri dikkatinize sunmaktayım. Entegre risk analizi için tesiste yapılmış olan ortam ölçümleri ve mevcut risk analizlerini detaylıca incelediğim bu çalışmada değerlendirdiğim yeni analizin mevzuat kapsamında katkılarına da yer vermekteyim.

Bu çalışmayı hazırlarken geçirdiğim süreçte benden yardımlarını esirgemeyen tesis çalışanlarından Çevre Mühendisi Hakan GÜL'e, Elektrik Elektronik Mühendisi Mehmet Akif SÜLLÜ'ye, tesis yönetimine ve ayrıca mesleki tecrübeleriyle destek olan A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı Yusuf YALÇIN'a, B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı Abide TOPAL'a ve B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı Talha KAYA'ya, Yüksek Lisans Tez çalışması sırasında, kendimi daha da geliştirmeme katkı sağlayan değerli danışman hocam Prof. Dr. Cengiz KARAGÜZEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, akademik eğitimimin tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, insani ve ahlaki değerleri ile örnek edindiğim değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Şükrü KİTİŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

Manevi desteğiyle her zaman yanımda olan kızıma, maddi ve manevi katkılarıyla anneme, abim Dr. Öğr. Üyesi Volkan GÖREKE'ye ve teyzem Prof. Dr. Hatice ULUSOY'a, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
GÖRSELLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ VE ÇEVRESEL RİSK YÖNETİMİ

1.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK YÖNETİMİ	5
1.2. ÇEVRESEL RİSK YÖNETİMİ	7

İKİNCİ BÖLÜM

BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİMİ

2.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE BİYOGAZ	11
2.1.1. Biyogazın Oluşumu	14
2.1.2. Biyogazın Çevresel Önemi	14
2.1.3. Biyogazın Kullanım Alanları	15
2.2. BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİM SÜRECİ.....	16

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİMİNDE ENTEGRE RİSK ANALİZİ

3.1. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE RİSK ETMENLERİNİN BELİRLENMESİ.....	24
3.1.1. Yangın, Parlama ve Patlama Riski.....	24
3.1.2. Ağır Metal Kaynaklı Riskler.....	25

3.1.3. Elektrik Tesisatı Kaynaklı Riskler	26
3.1.4. Kullanılan İş Makineleri Kaynaklı Riskler	26
3.1.5. Mekanik Araçlardan Kaynaklı Riskler	26
3.1.6. Tozuma Kaynaklı Riskler	27
3.1.7. Diğer Riskler	27

3.2. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE BELİRLENEN RİSKLERİN ETKİLERİ..28

3.2.1. Ortam Ölçüm Raporları ve Değerlendirme.....	32
3.2.1.1. Aydınlatma Ölçümleri	32
3.2.1.2. Kişisel Gürültü Maruziyet Ölçümleri	33
3.2.1.3. İç Ortam Gürültü Ölçümleri	34
3.2.1.4. Temral Konfor Ölçümleri.....	35
3.2.1.5. Toz Maruziyet Ölçümleri	36
3.2.1.6. Anlık Gaz Ölçümleri	37

3.3. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ ... 39

3.3.1. Fine Kinney Risk Değerlendirme Metodu	40
3.3.2. Çevresel Risk Değerlendirme Metodu.....	42
3.3.3. Düzenli Depolama Havuzunda Entegre Risklerin Değerlendirilmesi	43
3.3.4. Tesis Geneline Entegre Risklerin Değerlendirilmesi.....	48

3.4. ENTEGRE RİSK ANALİZİ RİSK AKSİYON PLANI 58

3.4.1. Kontrol Önlemleri	58
3.4.2. Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Analizi Aksiyon Planı.....	65
3.4.3. Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı.....	72

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ENTEGRE RİSK ANALİZİ SONUCU ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE BELİRLENEN RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ 89

4.2. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE KONTROL ÖNLEMLERİ SONRASI DEĞERLENDİRME	91
SONUÇ.....	95
KAYNAKÇA	98
DİZİN.....	104



TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Alternatif Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	11
Tablo 3.1: Entegre Risk Analizinde Belirlenen Tehlike, Risk ve Etki Alanları	29
Tablo 3.2: Aydınlatma Ölçümleri ve Sınır Değerleri.....	33
Tablo 3.3: Kişisel Gürültü Maruziyet Ölçümleri ve Sınır Değerleri.....	34
Tablo 3.4: İç Ortam Gürültü Ölçümleri ve Sınır Değerleri.....	35
Tablo 3.5: Termal Konfor Ölçümleri ve Sınır Değerleri	36
Tablo 3.6: Toz Maruziyet Ölçümleri ve Sınır Değerleri.....	37
Tablo 3.7: İç Ortam Solunabilir Toz Ölçümleri ve Sınır Değerleri	37
Tablo 3.8: Anlık Gaz Ölçümleri ve Sınır Değerleri	38
Tablo 3.9: Bazı Kimyasalların Alt ve Üst Patlama Değerleri	39
Tablo 3.10: Fine Kinney Risk Parametre Değerleri.....	41
Tablo 3.11: Fine Kinney Risk Değerleri Değerlendirme	41
Tablo 3.12: Çevresel Risk Parametre Değerleri.....	42
Tablo 3.13: Çevresel Risk Değerleri Değerlendirme	42
Tablo 3.14: Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Değerlendirme Formu	46
Tablo 3.15: Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu.....	49
Tablo 3.16: Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Analizi Aksiyon Planı	69
Tablo 3.17: Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı.....	73
Tablo 4.1: Belirlenen Risklerin Gruplandırması ve Skor Adetleri.....	89
Tablo 4.2: Gruplandırılan Risklerin Eşitlik Durumları	90
Tablo 4.3: Kontrol Önlemleri Sonrası Risklerin Gruplandırılması ve Skor Adetleri	92
Tablo 4.4: Kontrol Önlemleri Sonrası Gruplandırılan Risklerin Eşitlik Durumları	93

ŞEKİLLER LİSTESİ**Sayfa**

Şekil 2.1: Entegre Atık Yönetimi Hiyerarşisi.....	13
Şekil 2.2: Biyogazdan Enerji Üretimi A ve B Tesisleri İş Akım Şeması	18



GÖRSELLER LİSTESİ**Sayfa**

Görsel 2.1: Düzenli Depo Sahası Gaz Toplama Sisteminde Rigol, Sifon ve Ana Toplayıcı Drenaj Bağlantısı	21
Görsel 2.2: Gaz Toplama İstasyonu ve Bu Yapıya Bağlı Emiş Hatları	21
Görsel 4.1: Belirlenen Risklerin Skor Adetleri Grafikselsel Gösterimi	89
Görsel 4.2: Gruplandırılan Risklerin Yüzdelik Dilimleri	91
Görsel 4.3: Kontrol Önlemleri Sonrası Skor Adetleri Grafikselsel Gösterimi	92
Görsel 4.4: Kontrol Önlemleri Sonrası Gruplandırılan Risklerin Yüzdelik Dilimleri...	93

KISALTMALAR

ASTM	American Society and Testing End Materials
ATY	Atıktan Türetilmiş Yakıt
°C	Santigrat Derece
CH₄	Metan
CLO	Isı Yalıtım Katsayısı
cm	Santimetre
CO₂	Karbondiyoksit
COHSR	Canada Occupational Health and Safety Regulations
ÇSG	Çevre Sağlığı ve Güvenliği
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
ÇYS	Çevre Yönetim Sistemi
dB	Desibel
dk	Dakika
H₂S	Sülfirik Asit
IBC	Intermediate Bulk Container (Orta Düzey Dökme Konteyner)
IEC	International Electrotechnical Commission
IPG	Interpretations, Policies and Guideliens
ISO	International Organization for Standardization
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Müdürlüğü
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
kPa	Kilopaskal
LEL	Lower Explosion Limit (Alt Patlama Sınırı; APS)
LEX	Haftalık Gürültü Maruziyet Düzeyi
LPG	Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)

m/sn	1 Saniyede Ulaşılan Metre (Hız Birimi Metre/Saniye)
m³	Metreküp
mg/ m³	1 Metreküpteki Miligram
MJ/m³	1 Metreküpteki Mega Joule
MSDS	Material Safety Data Sheet (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu)
MYK	Mesleki Yeterlilik Kurumu
OHSAS	Occupational Health and Safety Management Systems
Pa	Metrik Sistemin Basınç Birimi
pH	Power of Hidrojen (Potansiyel Hidrojen)
PMV	Predicted Mean Vote (Tahmini Ortalama Oy)
PPD	Predicted Percentage Dissatisfied
ppm	Past Per Million (Milyonda Bir Birim)
Ptepe	En Yüksek Ses Basıncı
st	Saat
TC	Technical Committee (Teknik Komite)
ton/saat	1 saatlik Ton
TS EN	Türk Standardı European Norm
UEL	Upper Explosion Limit (Üst Patlama Sınırı; UPS)
WBGT	Wet Bulb Glob Temperature (Islak Hazne-Küre Sıcaklığı)



TEZ METNİ

GİRİŞ

Bilim, teknoloji ve nihayetinde sanayileşme gibi sosyal etkileşimler çalışma hayatında iş kazaları, meslek hastalıkları, maddi ve manevi kayıplar ile çevresel problemleri beraberinde getirmiştir. Gelişimin sunduğu sosyal avantajların yanı sıra bu tür problemlerle karşılaşan toplumlar sürdürülebilir politikaları hedef almışlardır. Bu politikalar sayesinde ortak çözümler sunan ve temelinde sağlık ve güvenlik haklarının yer aldığı İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uygulamaları ile insan ve çevreye zarar verebilecek faktörlerin belirlenmesi yönünde yapılan ölçüm ve değerlendirmeleri kapsayan Çevre Sağlığı ve Güvenliği (ÇSG) uygulamalarına yönelmişlerdir. İSG uygulamaları ile iş kazaları, meslek hastalıkları ve buna bağlı olarak maddi ve manevi kayıpların ortadan kaldırılması veya en az seviyeye indirilmesi amaçlanmıştır (İSG Kanunu, 2012: 5/ç). ÇSG uygulamaları ile de ortak varlığımız olan çevrenin; biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel faaliyetlerle bozulmasının engellenmesi, gelecekte ihtiyaç duyulacak kaynakların ve kalitesinin tehlikeye atılmadan korunması amaçlanmıştır (Çevre Kanunu, 1983: 2).

İSG uygulamalarıyla işletmelerde yapılması zorunlu tutulan risk analizlerinde alınması gereken önlemler için en önemli veriler ortam ölçümlerinden sağlanmaktadır. Çalışanların sağlığının ve yapılan işin veriminin korunması açısından oldukça önemli olan ortam ölçümleri yasal mevzuat çerçevesinde yönetmelikler ve birçok standarda bağlı olarak yürütülmektedir (İSG Kanunu, 2012: 10/4). ÇSG uygulamalarında ise çevresel anlamda sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlanabilmesi için kurulum ve işletim aşamalarında yapılması zorunlu tutulan düzenleyici ve önleyici faaliyetlerde işletmelerden ölçüm, test ve analizler istenmektedir (Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği, 2015: 9/3). İSG ve çevresel açıdan temelde sağlık ve güvenlik hakkının korunabilmesi amacıyla istenilen ölçümler bu iki uygulamanın ortak paydada buluşmasını sağlamaktadır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 9. Maddesi uyarınca 29.03.2013 tarihli ve 28602 sayılı Resmi Gazete'de İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ yayınlanmıştır (İSG Kanunu, 2012: 9). Bu tebliğ kapsamında oluşturulan listede tehlikeli atıkların ıslahı ve bertaraf edilmesi (tehlikeli atıkların ıslahını yapan tesislerin işletilmesi, zararlı atıkların yok edilmesi için kullanılmış malların bertarafı vb. faaliyetler) kapsamında değerlendirilen biyogazdan enerji üretimi; çok tehlikeli sınıf olarak tanımlanmıştır (İş

Sağlığı ve Güvenliğinde İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ, 2013: 1). Diğer taraftan 2872 sayılı Çevre Kanun'unun 8, 11, 12 ve 13. Maddelerindeki hükümlere dayanılarak 02.04.2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği ile biyo-bozunur atıklar tanımlanmıştır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015: 4/p). Düzenli depolama tesislerinde atık miktarının azaltılması, maddesel ve enerji kazanımı amacıyla 10.10.2017 tarihli 30137 sayılı Resmi Gazete'de Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliği yayınlanmıştır (Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 2010: 8/2). Yayınlanan tebliğin 9. Maddesi f bendinde; tesis genelinde çalışanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınması yükümlülüğü işletmelere verilmiştir.

Biyogazdan enerji üretimi yapan tesisler için hazırlanan kanun ve yönetmeliklerin yanı sıra Biyogaz Teknik Komite tarafından ISO/TC 255 (International Organization for Standardization/Technical Committee 255) dokümanı hazırlanmıştır (ISO-ISO/TC 255 Biogas, t.y.). Hazırlanan bu dokümanla mevcut standartların geliştirilmesi, sürdürülebilirliğin sağlanması, donanım ve teknolojinin takibi ve bunların uyumlu bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmıştır (Bilici, 2009). Bu doküman tesisin tasarımı, depolama sahaları, gazlaştırma faaliyetleri, arıtma tesisleri dâhil olmak üzere biyogaz üretim tesis tiplerini ve teknik detaylar ile işletim sırasında sağlık, güvenlik ve çevre koruma önlemlerini genişletmeyi kapsamaktadır (A.g.e.). Doküman kapsamında geliştirilen ve uluslararası standart olan ISO (International Organization for Standardization) 20675:2018 standardında biyogaz üretimindeki anaerobik sindirimden, biyogazın kullanımına kadar bütün aşamalar için standartlar oluşturulmuştur (A.g.e.). Oluşturulan bu standartlar ve biyogaz tesislerinin kurulum ve işletimleri sırasında istenilen şartlarla tesis genelinde oluşacak problemlere çözüm sunulması amaçlanmıştır (A.g.e.).

Biyogazdan enerji üreten tesisler için hazırlanan bu standartla birlikte atık yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği ile çevre sağlığı ve güvenliği konuları; geliştirilen diğer ISO ve OHSAS (Occupational Health and Safety Management Systems) yönetimleri ile desteklenmektedir (A.g.e.). Tesiste uygulanması için hazırlanan diğer yönetim sistemleri şu şekildedir;

- OHSAS 18001:2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi
- ISO 14001:2015 Çevre Yönetim Sistemi

- ISO 50001:2011 Enerji Yönetim Sistemi
- ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi
- ISO/IEC 27001:2013 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi
- ISO 10002: 2006 Müşteri Memnuniyet Sistemi

Bu yönetim sistemlerinin yanı sıra biyogaz tesislerinde çalışan personel için; Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) tarafından görevlendirilen Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nün hazırladığı ve 2012 yılında yine MYK tarafından onaylanan Ulusal Meslek Standardı bulunmaktadır (A.g.e.).

Yukarda belirtilen tüm bu kanun, yönetmelik, tebliğ ve standartlarla yönetilmesi planlanan biyogazdan enerji üretimi yapan tesislerde kurulum ve üretim aşamaları; gerek iş sağlığı ve güvenliği gerekse çevresel faktörler açısından sürekli güncellenmektedir.

Bu tez çalışmasında; önerilen bu standartlardan OHSAS 18001:2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ile ISO 14001:2015 Çevre Yönetim Sistemleri; ortam ölçümleri ve risk analizleri gibi ortak konular içermesi sebebiyle birlikte değerlendirilmiştir. Tesiste öncelikle İSG ve ÇSG açısından risk alanları belirlenmiş ve saha gözlem raporları ile ortam ölçüm sonuçları kullanılarak, İSG risk analizine çevresel riskler eklenerek risk skorları hesaplanmıştır. Çalışmalar sırasında ortam ölçümleri, saha gözlem raporları ve ilgili tesisin İSG uzmanlarının değerlendirmelerinden faydalanılmıştır.



BİRİNCİ BÖLÜM

İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ VE ÇEVRESEL RİSK YÖNETİMİ

1.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK YÖNETİMİ

Üretim yapılan her alanda İSG Kanunuyla; yapılan işin özelliği, üretim yöntemi ve çalışma şartları ile ilgili bütün konuların dikkate alınması amaçlanmıştır (İSG Kanunu, 2012: 1). Bu amaç doğrultusunda ilk olarak genel ve soyut bir kavram olan tehlike ile bireysel ve somut bir kavram olan risk arasında bağlantı kurulmuştur (Aydın, vd., 2022). Ardından işyerlerinde mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının korunması ve iyileştirilmesi için risk değerlendirme analizi zorunluluğu getirilmiştir (İSG Kanunu, 2012: 4/c). Proaktif yaklaşımı benimseyen risk analizlerinin doğru ve güvenilir olabilmesi; bilimsel çalışmalarla toplanan verilere ve bu verilerin eksiksiz olarak değerlendirilmesine bağlıdır (Kacır ve Taçgın, 2017).

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından yayımlanan İSG mevzuatındaki mevcut şartların iyileştirilmesi amacıyla iş sağlığı ve güvenliği konusu OHSAS 18001 Standardı kapsamına dâhil edilmiştir (Bilici, 2009). OHSAS 18001 Standardı uluslararası bir standart olup, kalite, çevre ve İSG sistemlerini uyumlu bir şekilde birleştirmek için geliştirilmiştir (A.g.e). OHSAS 18001’de risk değerlendirmesi tanımlanırken riskin büyüklüğünün tahmin edilmesi ve katlanılabilirliğine karar verilmesi için prosesin tamamı göz önünde bulundurulmuştur (Uslu, 2014).

Risk analizi kapsamında çalışma ortamlarında fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal, ergonomik ve benzeri riskler belirlenmelidir. Risklerin nitelik ve nicelikleri hazırlanacak risk analizine en doğru veriyi sağlamalıdır. Etkili bir risk analizi için çalışanların bu risklere maruziyet seviyelerinin belirlenmesi amacıyla gerekli bütün kontrol, ölçüm, inceleme ve araştırmaların yapılması gerekmektedir (İSG Kanunu, 2012: 10/4).

Risk analizleri; İSG yönetimindeki en önemli adımdır ve her işletmenin kendisine özel olarak hazırlanmaktadır. Bunun yanı sıra risk yönetimi kendi içerisinde de sistemli ve planlı çalışılması gereken oldukça önemli bir süreçtir (Risk Değerlendirmesi ve Metodolojisi, 2021).

Risk değerlendirme analizleri iş sağlığı ve güvenliği yönetiminde çalışanın karşı karşıya kaldığı tehlikeleri tanımlamamızı ve tehlike kaynaklı riskleri belirlememizi sağlamaktadır (İSG Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012: 7). Risk analizlerinde alınması gereken önlemleri belirleyen en önemli bilgiler ortam ölçüm raporlarından elde edilmektedir (İSG Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012: 8/o). Bu raporlar sayesinde

kişisel maruziyet ve meslek hastalıklarına sebep olacak parametreler ölçülerek çalışma ortamında gerekli önlemlerin alınması ve risklerin kabul edilebilir seviyeye indirilmesi sağlanmaktadır (İSG Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012: 10/3).

İş sağlığı ve güvenliğinde ortam ölçümleri; çalışma ortamındaki tehlikelerden kaynaklanabilecek risklere karşı önlem alabilmek için yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar, çalışanların sağlığını ve yapılan işin verimini olumsuz yönde etkileyen etkenlerin nicelik ve nitelikleri açısından belirlenmesini kapsar. Bu etkenler; fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak sınıflandırılmaktadır. Fiziksel etkenler; gürültü, titreşim ve aydınlatma, kimyasal etkenler; toz, gaz ve buhar ve biyolojik etkenler ise virüs, bakteri ve mantar olarak örneklendirilebilmektedir (İş yeri ortam ölçümleri neleri kapsar?, 2015).

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda "İşverenlerin Yükümlülükleri Bölümü" Madde 10(4) uyarınca çalışma ortamındaki kişisel maruziyetler veya ortamın fiziksel, kimyasal, biyolojik vb. etkenlerin tespit edilmesi amacıyla 24.01.2017 tarihli ve 29958 sayılı Resmi Gazete'de "İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik" yayınlanmıştır. Yönetmelik kapsamında ortam ölçümlerinin yaptırılması işverenin sorumluluğunda iken işyerindeki sağlık sorunları ile çalışan arasındaki ilişkinin tespiti ile ölçümlerin yapılması ve sonuçları çalışan açısından değerlendirmek de işyeri hekiminin sorumluluğundadır (İş yeri ortam ölçümleri neleri kapsar?, 2015). İşyeri hekimi aynı zamanda yaptığı sağlık gözetimi sonuçlarını iş güvenliği uzmanının da fikrini alarak ölçümlerin yapılmasını önermek ve sonuçları değerlendirmekle sorumludur (İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik, 2017: 6/9-b). Ortam ölçümleri işveren tarafından, Türk Akreditasyon Kurumu tarafından akredite edilmiş ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Müdürlüğü (İSGÜM) tarafından iş hijyeni ölçüm, test ve analiz alanında yeterlilik belgesine sahip laboratuvarlara yaptırılmaktadır (İş yeri ortam ölçümleri neleri kapsar?, 2015).

Özet olarak ortam ölçümleri, işveren, işyeri hekimi, iş güvenliği uzmanı, çalışanlar ve akredite kuruluşların organize olarak yürüttükleri çalışmaların bir bütünüdür. İşyerlerinde kanun kapsamında yapılması zorunlu tutulan ortam ve kişisel maruziyet ölçümlerinin tamamı yönetmeliğin Ek- 1 listesinde verilmektedir (İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik, 2017). Bu ölçümlerden

sektörel olarak en çok uygulananları ve aynı zamanda çalışmamıza yön veren parametreler aşağıda sıralanmıştır (İş yeri ortam ölçümleri neleri kapsar?, 2015).

1. Aydınlatma Ölçümü
2. Gürültü Maruziyeti Ölçümü
3. Termal Konfor
4. Toz Maruziyeti Ölçümü
5. Titreşim Maruziyeti Ölçümü
6. Anlık Gaz ve Buhar Ölçümü

1.2. ÇEVRESEL RİSK YÖNETİMİ

Çevrenin sürdürülebilir ilkelerle korunması amacıyla 11.08.1983 tarihli ve 18132 sayılı Resmi Gazete’de 2872 nolu Çevre Kanunu yayınlanmıştır. Çevre Kanunu ile gerçekleştirilen faaliyetlerin çevresel etkilerinin belirlenip, çalışma ortamının incelenmesi ve koruyucu tedbirlerin etkili bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını değerlendiren çevre yönetimi zorunluluğu getirilmiştir (Çevre Kanunu, 1983: 2). ISO 14001 standardıyla yürütülen ve sistematik yaklaşımı benimseyen Çevre Yönetim Sistemi’nin (ÇYS) uzun süreli olması ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayarak başarılı olabilmesi; sistemin planlı olması ve planlanan adımlarda toplanan verilerin eksiksiz olarak kontrol edilmesine bağlıdır (Çevre Yönetim Sistemi Rehberi, 2008).

Çevresel riskleri oluşturan faktörlerin belirlenmesi genel olarak altı adımdan oluşan bir süreci kapsamaktadır. Durum analizi de denilen birinci adımda yapılan faaliyette çevreyi etkileyen bütün faktörler detaylı bir şekilde incelenir. Belirlenen faktörlerin hava, su, toprak kirliliği, canlılar, bitkiler, estetik ve gürültü açısından ne tür bir etkiye sebep olduğuna ikinci adımda bakılır. Burada bir faktörün birden fazla çevresel etkiye sebep olabileceği unutulmamalıdır. İkinci adımda belirlenen faktörlerin verdiği zararın boyutunun belirlenmesi için her işletmenin kendi faaliyetine uygun yöntemlerle risk değerlendirmesi yapması istenilir. Çevresel etki büyüklüğünün hesaplanarak oluşturulduğu risk değerlendirme yöntemi çevresel risk analizi olarak adlandırılır ve üçüncü adımda hazırlanır. Hesaplanan çevresel etkinin şiddetine göre risklerin azaltılması amacıyla dördüncü adımda düzenleyici ve önleyici faaliyetler

belirlenir. ÇYS performansının artması için işletmeyle ve yapılan faaliyetle ilgili kontrol soruları beşinci adımda hazırlanır. Bu kontrol soruları istenildiği kadar arttırılabilmektedir. Performansın artması; işletmelerin ISO 14001’de çevre yönetim sistemlerinin etkin olduğunu ispatlayabilmeleri için önemlidir. ÇYS için uygulanan bu aşamalar sayesinde işyerlerinde olacak kazalar ve acil durumlar önlenemese de etkileri önemli derecede azaltılabilmektedir. Bu tür durumlarla karşılaşıldığında etkilerin daha da azaltılabilmesi için acil durum planlarının hazırlandığı altıncı ve son adım uygulanmaktadır (ISO 14001: ÇYS Nasıl Kurulur Oluşturulur Uygulanır, 2005).

ÇYS’nin beşinci adımında tanımlanan kontrol soruları risk değerlendirme ve düzenleyici önleyici faaliyetlerde talep edilen ölçüm, test ve analizleri kapsamaktadır (ISO 14001: Çevre yönetim sistemini nasıl kontrol edeceğiz? Çevre kontrolleri, 2005). Bu aşamada İSG ile ortak paydayı paylaşan ÇYS; iş sağlığı ve güvenliği için yapılan ortam ölçümlerinde dikkat çeken çevresel risklerin minimize edilmesinde önemli bir yere sahiptir.

Çevresel etkilerin izlenmesi; Çevre Kanunu’nca yerine getirilmesi gereken sorumlulukların doğruluğunu anlamak üzere ölçüm ve kontrollerin yapılması, çevresel etkilerin takibi ve önemli çevresel etkiye sebep olan proses ve faaliyetlerin laboratuvar ve/veya idari alanlarda denetimi ile takibini sağlayan işlemleri tanımlamayı amaçlar. Bu amaç doğrultusunda çevresel etkisi olan bütün faaliyetlerin izlenmesini kapsar. Çevresel etkilerin performansının izlenmesinden çevre yönetim temsilcisi ve çevre yönetim sistemi üyeleri sorumludur (ÇYS, Çevresel Performansın İzlenmesi Prosedürü, 2015).

Çevresel etki parametreleri, yönetim sisteminin mevzuata uygunluğu, laboratuvar faaliyetlerinde kaynak kullanımı, ortaya çıkan atıklar ile hava, su ve toprak üzerindeki etkiler olarak tanımlanır (A.g.e). Etkin bir çevre yönetim sistemi ve çevresel etki takibi için yapılan ölçümler sayısal olan yasal yükümlülükler, sayısal olmayan yasal yükümlülükler ve diğer etkiler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (A.g.e).

Sayısal olan yasal yükümlülükler çerçevesinde yapılan ölçümler;

- Baca Gazı Ölçümleri: Isıtma sistemlerine uygulanan ölçümlerdir. Yılda bir kez yapılarak kayıtları tutulur.
- Gürültü Ölçümleri: İşletmelerin içinde ve dışında belirlenen noktalarda yapılan ölçümlerdir. Yılda bir kez yapılarak kayıtları tutulur.

Sayısal olmayan yasal yükümlölükler çerçevesinde yapılanlar iç denetimlerde ilgili birimlerin sorgulanarak takip edilmesidir.

Diğer etkiler çerçevesinde yapılan ölçümler;

- Atık Miktarı Ölçümü: İşletmelerde oluşan atık miktarı günde bir defa ölçölür ve kaydedilir.
- Yakıt ve Elektrik Enerjisi Tüketimi Ölçümü: Yakıt ve elektrik tüketimi aylık olarak izlenir ve kaydedilir.
- Su Tüketimi Ölçümü: Laboratuvar içinde kullanılan su miktarı aylık olarak izlenir ve kaydedilir (A.g.e).

Çevresel etkinin belirlenmesi amacıyla yapılması gereken diğer ölçümler çevre yönetim programında belirtilen sorumlular tarafından yapılır/yaptırılır ve kaydı tutulur. Yapılan ölçümlerle faaliyet sonucu oluşan atıklara ait veriler çevresel etki izleme formuna kaydedilir (A.g.e).



İKİNCİ BÖLÜM
BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİMİ

2.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE BİYOGAZ

Enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklar basitçe tükenmeyen enerji olarak tanımlanmaktadır. Alternatif enerji kaynakları arayışında tanımlanan yenilenebilir enerji türlerinden en yaygın olanları; hidroelektrik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga ve biyoenerji olarak sıralanmıştır (Gülşen, vd., 2009). Bu tür enerji kaynaklarının ortak özellikleri; kirlenici etkisinin olmaması, temiz ve güvenilir olması, sürdürülebilir olması, yerel ve çevre dostu olması şeklinde özetlenebilir (Çanka Kılıç, 2011). Bu özellikleri sayesinde, kalkınmanın sunduğu sosyo-ekonomik rahatlığı tanıyan toplumlarda, tükenmekte olan doğal kaynakların yerini alabilmekte ve başta küresel ısınma olmak üzere birçok probleme çevresel çözümler sunabilmektedir (Küresel Isınma Nedir?, 2017). Ayrıca enerji sektöründe dışa bağımlı olan ülkeler için de maliyet avantajı sunmaktadır (Bektaş ve Gülmez, 2015).

Tablo 2.1: Alternatif Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Hidroelektrik Enerjisi
Güneş Enerjisi
Rüzgâr Enerjisi
Jeotermal Enerji
Dalga Enerjisi
Gel Git Enerjisi
Okyanus Isısı Enerjisi
Biyokütle ve Biyogaz Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakları özellikle elektrik ve ısı üretim sistemlerinde önem kazanmıştır. Bu bağlamda elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin kullanımı; yatırımı destekleyen bir rol üstlenmektedir (Bektaş ve Gülmez, 2015).

Enerji üretiminde kullanılmaya başlanan kaynakların başında güneş ve rüzgâr enerjisi gelmektedir. Bu kaynakların kurulum, işletim, süreklilik ve verimlilik ölçütleri

açısından zamanla dezavantajlarının oluşması kaynak türleri arasında yer alan biyoenerjiyi ön plana çıkarmıştır (A.g.e).

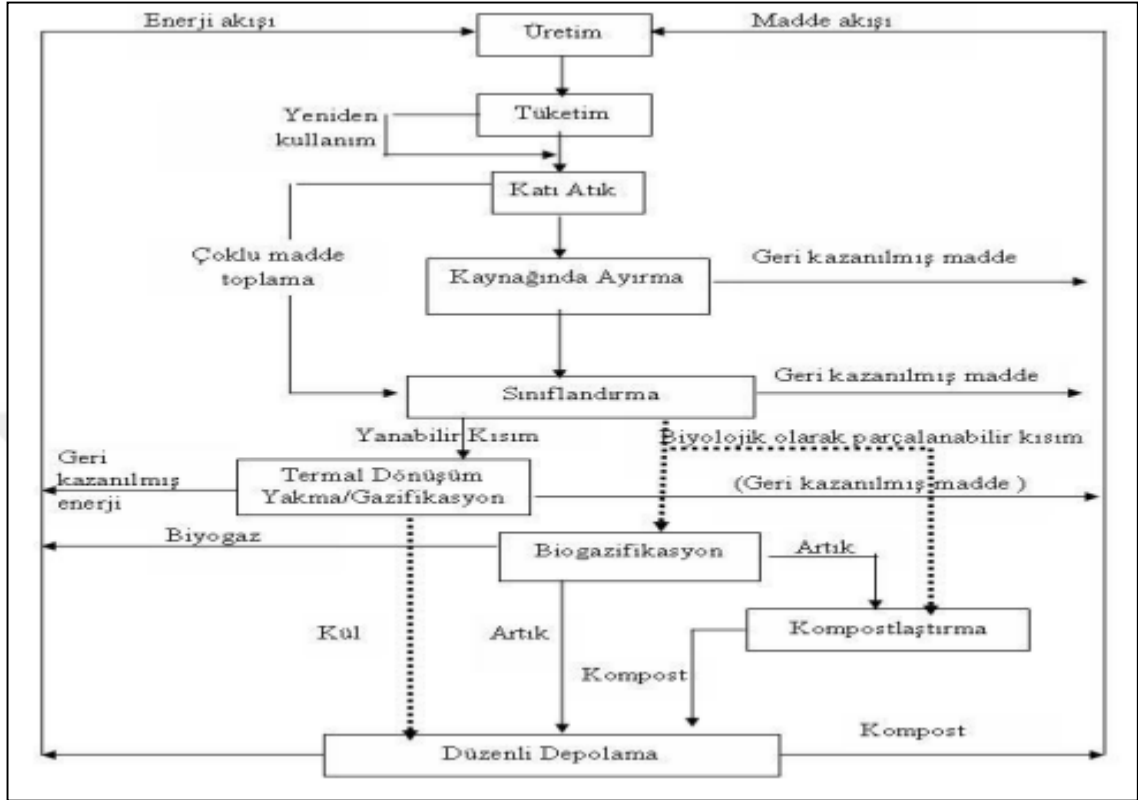
Yenilenebilir enerji kaynaklarından biyoenerji, biyogaz reaktörleri ile sağlanmaktadır. Biyogazın retilmesi organik atıklardan sağlandığı için sürekli ve düzenli bir yapıya sahiptir. Biyogaz eldesinde kullanılan organik kökenli atıkların yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesini sağlayan özelliği; oksijensiz ortamda parçalanarak biyogaza ve biyogazın da yakılarak enerjiye evrilebiliyor olmasıdır (Akkurt ve Oğuz, 2017). Bu zellikler; biyometanizasyon ile depolandığı halde yeterli ve verimli bir şekilde geri kazanımı sağlanamayan organik atıkların işlenmesini zorunlu kılmıştır (Yıldız, vd., 2009).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kirletici etkisinin olmaması, temiz ve güvenilir olması ile evre dostu olmasını sağlayan uygulama atık yönetimi uygulaması olmuştur. Atık yönetimi ile atıkların kontrolsüz olarak doğaya bırakılmasının evre ve toplum sağlığına etkileri düşünülerek atıkların bertarafının sağlanması amaçlanmıştır (Akkurt ve Oğuz, 2017). Bu amaç doğrultusunda geliştirilen atık yönetim hiyerarşisi; atıklardan enerji geri kazanımı yoluyla fayda sağlanması, asıl kaynağa olan talebin ve bertaraf edilecek atık miktarının azaltılmasında çok önemli bir uygulamadır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015: 4/z(ėė)). Bu uygulama ile atıklar fiziksel, biyokimyasal veya kimyasal metotlar kullanılarak bileşenlerine ayrılıp enerjiye çevrilebilmektedir (Akkurt ve Oğuz, 2017).

Ülkemizde atık yönetimi; evre ve şehircilik Bakanlığı tarafından 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Atık Yönetimi Yönetmeliği” ile sağlanmaktadır. Atık Yönetimi Yönetmeliği ilk olarak doğal kaynakların enerji ihtiyacı için kullanımı sırasında ve sonrasında oluşan atıkların tanımlanmasını ve tanımlandıktan sonra doğru bir şekilde yönetilmesini kapsamaktadır. Bu kapsam doğrultusunda yönetmeliğin belirli kurallarla uygulanmasını sağlayan atık yönetimi hiyerarşisi geliştirilmiştir. Günümüzde “Sıfır Atık Projesi” olarak da karşımıza çıkan “Entegre Atık Yönetimi” başlangıçta atık oluşumunu engellemeyi hedef almıştır. Atık oluşumunun engellenmesinin mümkün olmadığı durumlarda ise sırasıyla atığın azaltılması, yeniden kullanılması, türüne göre ayrıştırılıp biriktirilmesi ve toplanması amaçlanmıştır. Hiyerarşinin buraya kadar olan kısmının sağlanamaması durumunda ise toplanan atıkların geri dönüştürülmesi, geri kazanımı ve bertarafı yöntemlerinin uygulanması

zorunlu hale getirilmiştir (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015: 5/ü). Entegre Atık Yönetimi Hiyerarşisi Şekil 2.1’de verilmiştir.

Şekil 2.1: Entegre Atık Yönetimi Hiyerarşisi



Kaynak: (Kemirtlek, t.y.).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir olmasını sağlayan uygulama ise dünya genelinde küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda başlayan mücadele sonucu hazırlanan Kyoto Protokolü’dür. Kyoto Protokolü bu yönde hazırlanan tek sözleşme olup bu sözleşmede Birleşmiş Milletler çatısı altında ülkeleri bağlayıcı kararlar alınmıştır. Kyoto Protokolü ile sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında bütün dünya ülkelerinin birlikte hareket etmesini sağlamaya yönelik “atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, iklime tehlikeli etki yapmayacak seviyelerde dengede kalması” amaçlanmıştır (Kemirtlek, t.y.).

Protokol, 1997 yılında Kyoto’da yapılan 3. Taraflar Konferansı’nda kabul edilmiş, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz protokole 2009 yılında taraf olmuştur (Dış Politika: Kyoto Protokolü, 2011).

Yasal düzenlemelerle kullanımı zorunlu tutulan yenilenebilir enerji kaynaklarından biyoenerji; tüm belirlenen amaçları yerine getirebilecek kapasiteye sahip olduğunu birçok uygulamayla kanıtlamıştır.

2.1.1. Biyogazın Oluşumu

Biyogaz, atık yönetim hiyerarşisinde işlenmesi zorunlu tutulan; evsel, kentsel ve tarımsal organik atıklardan üretilmektedir. Farklı oranlarda karbonhidrat, protein ve yağlar gibi çözünmeyen organik polimerleri içeren atıklara organik atık denir (Genç, 2011). Biyogaz üretiminde kullanılan organik atıklar kaynağına göre 3'e ayrılmaktadır.

1. Hayvansal atıklar: Hayvancılıkta elde edilen gübre ve diğer atıkları içeren atıklardır.
2. Bitkisel atıklar: Yemek ve bahçe atıklarını içeren atıklardır.
3. Endüstriyel atıklar: Başta tarımsal, evsel ve atık su arıtma tesisi atıkları olmak üzere, sebze, meyve, tahıl ve yağ endüstrisi atıkları ile birlikte orman, kâğıt, şeker, deri ve tekstil endüstrisi atıklarıdır (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017).

Organik atıkların biyometanizasyonu ile oluşan biyogaz; renksiz, kokusuz, havadan hafif ve parlak mavi bir alevle yanan bir gaz karışımıdır (Çöp Değil Atık: Atık Yönetimi, 2016). Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre biyometanizasyon; organik maddelerin anaerobik mikroorganizmalarla oksijensiz (anaerobik) ortamda çürütülmesi esasına dayanır. Bu yöntem çok adımlı biyokimyasal reaksiyonlardan oluşmaktadır (Gülşen, vd., 2009).

2.1.2. Biyogazın Çevresel Önemi

Biyogaz eldesinde kullanılan organik atıkların sürekli ve sınırsız olmaları kaynak yetersizliği problemine direk çözüm sunmaktadır. Biyogazın enerji üretiminde kullanılabilir olması ise günümüzün en büyük problemi olan küresel ısınma ve asit yağmurları gibi karbon salınımından kaynaklanan çevresel problemlerin ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır (Bilici, 2009).

Atık yönetimi hiyerarşisinde kullanımı zorunlu tutulan organik atıkların biyogaz üretiminde kullanılması ile öncelikle atık bertarafı sağlanarak, mevcut atık miktarı azalmaktadır. Atık miktarının azaltılması atık yönetimi hiyerarşisinde ilk adım

olması sebebiyle biyogazın da çevresel önemi artmaktadır (A.g.e.). Organik atıkların atık depolama tesislerinde uzun süre depolanması koku, görüntü kirliliği ve sızıntı suyu sebebiyle su ve toprak kirliliği gibi çevresel problemlere sebep olmaktadır. Bu atıkların anaerobik çözünmeyle biyogaza dönüştürülmesi; atık depolanmasında karşılaşılan sorunları ortadan kaldırmaktadır. Aynı zamanda yine anaerobik çözünmeyle, ayrıışarak gübre değeri yüksek yeni atıklar oluşturmasıyla tarımda kullanılan kimyevi gübre miktarının da azalmasını sağlamaktadır (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017).

Biyogaz üretimi kesikli çalışmaya uygun olması nedeniyle sezonluk işletmeler için uygun bir çözüm sunmaktadır. Biyogazdan elde edilen enerji, üretim tesisinin ısınma ve elektrik ihtiyacını karşılamada kullanıldığı için işletme maliyetlerini düşürmektedir. Bu yönüyle ucuz enerji eldesi amacını da karşılamaktadır (Bilici, 2009).

Sonuç olarak biyogazın yakılarak enerjiye dönüştürülebilmesi ile yenilenebilir enerji kaynağı olması ve belirtilen diğer özellikleriyle kendi içerisinde atık yönetimi hiyerarşisine sahip olması açısından çevresel önemi büyüktür.

2.1.3. Biyogazın Kullanım Alanları

Biyogaz; organik atıkların ara depolama veya geçici depolama yöntemleriyle depolanması sonucunda ortaya çıkan çevresel problemlerin giderilmesi ve bu atık türünün geri kazanımının sağlanması ile çevreye zarar vermeden enerji üretiminde kullanılması amacıyla üretilmektedir (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017).

Organik atıkların anaerobik olarak çürütülmesiyle oluşan biyogaz, içeriğindeki metan gazı sayesinde yanma özelliğine sahiptir (Bilici, 2009). Bu özelliğı sayesinde doğrudan hava ile yakılarak enerji kaynağı olarak kullanılabilir (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017).

Biyogazın enerji kaynağı olarak kullanılması; içten yanmalı motorlar, gaz türbinleri (mikrogaz türbinleri, yakıt hücreleri ve stirling motorları) ile brülör veya ısıtma kazanlarıyla sağlanmaktadır. İçten yanmalı motorlar ve gaz türbinleri ile elektrik enerjisi üretilirken; aynı teknolojiye ilave olarak brülör veya ısıtma kazanlarıyla da ısı enerjisi üretilmektedir. Üretilen elektrik ve ısı enerjisinin, gerek tesis içi gerekse tesis dışı enerji ihtiyacını karşılamak üzere mevcut şebekelere verilerek dağıtımı yapılmaktadır (Biyogaz Kılavuzu-Üretimden Kullanıma, 2010).

Biyogaz içten yanmalı motorlarda; su pompalama gibi sistemlerle mekanik tahrik olarak da kullanılabilir. Ancak bu uygulamada motorların tesise uzak olması ve gaz depolama proseslerinin yetersiz kalması kullanımı zorlaştırdığı için çok fazla tercih edilen bir kullanım şekli değildir (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017).

Biyogazın enerji kaynağı olarak verimi ısıl değer açısından değerlendirildiğinde; bileşimindeki metan oranı önem kazanmaktadır. Metan gazı sayesinde yanarak enerjiye dönüşen biyogazın, ısıl değeri metanın yüzdesine göre değişmektedir. Metan içeriğine bağlı olarak elde edilen ısıl değere; % 99 Metan (CH₄) içeren biyogaz için 37,3 MJ/ m³ ve %65 CH₄ içeren biyogaz için 24,0 MJ/m³ olarak iki örnek verilebilir (A.g.e.).

Biyogaz, arıtma yöntemiyle kalitesi iyileştirilerek doğalgazın kullanıldığı yerlerde kullanılabilir. Bu amaçla içeriğindeki karbondioksitten arındırılması ve metan yüzdesinin artırılması gerekmektedir. Biyogazın içeriğindeki karbondioksit (CO₂) oranı azaltıldığında motorlu araçlarda yakıt olarak da kullanılabilir. Yakıt olarak kullanılabilmesi için gazın sıkıştırılması ve yine kalitesinin yüksek olması sağlanmalıdır (Yavrucu, 2019).

Biyogaz; elektrik ve ısı enerjisi üretiminin yanı sıra tıjenerasyon üniteleri sayesinde soğutma teknolojisinde de kullanılabilir. Tıjenerasyon üniteleri; soğutma ihtiyacının yüksek olduğu tesislerde ve mevsimsel koşullarda enerji tüketimi açısından alternatif olarak gözüktse de yatırım maliyetleri oldukça yüksektir (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017).

Biyogaz üretiminde çürütücülerden katı ve sıvı olmak üzere iki çeşit gübre elde edilmektedir. Elde edilen katı gübre kompost olarak toprağın iyileştirilmesinde kullanılırken, sıvı gübre bitkilerde besin kaynağı olarak kullanılmaktadır (Türker, 2008).

Biyogaz ayrıca yakıt pillerinde ve kimyasal madde üretiminde de kullanılmaktadır (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017).

2.2. BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİM SÜRECİ

Bu tez çalışmasında incelediğimiz ve entegre çevre projesi kapsamında gerçekleşen biyogazdan enerji üretimi; mekanik ayırma, ATY (Atıktan Türetilmiş

Yakıt) ünitesi ve gazlaştırma/yakma ünitelerinden oluşan A ve B tesisleri ve yüklenici firmalarla ortak olarak yürütülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü tesiste bulunan üniteler;

A tesisi için;

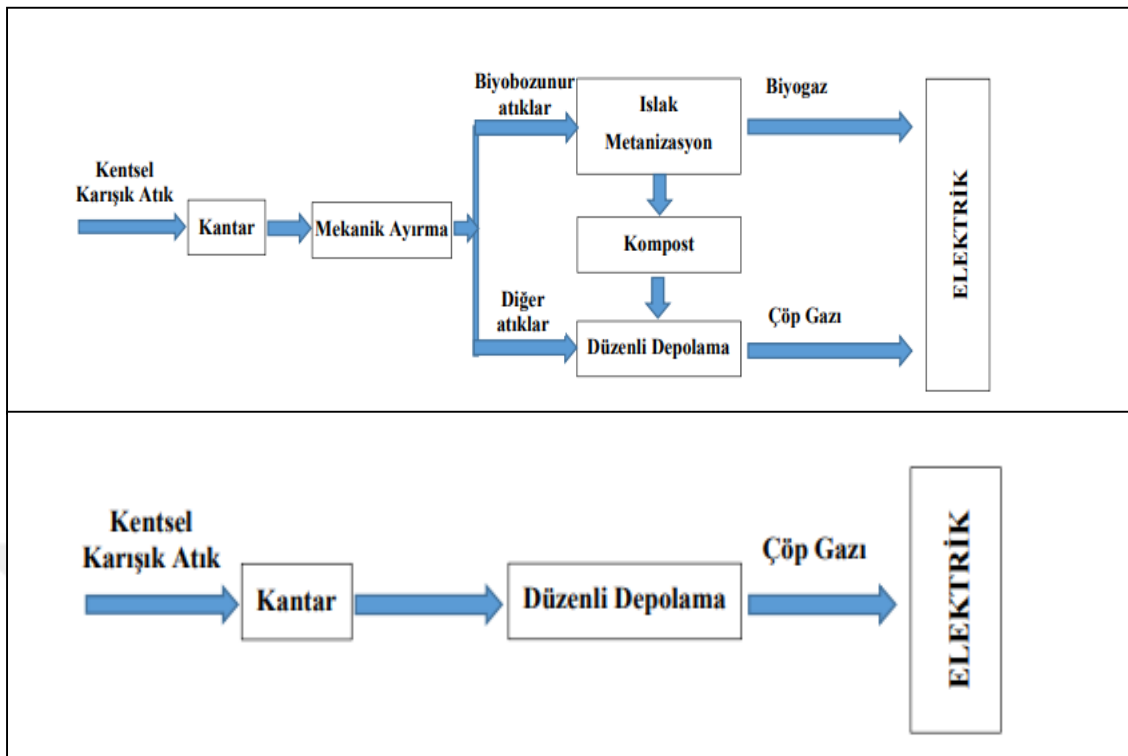
- Atık Kontrol ve Kabul Birimi – Kantar
- Tekerlek Yıkama Ünitesi
- Mekanik Ayırma Ünitesi
- ATY Ünitesi
- Organik Atık Kabul/Hazırlama ve Ara Depolama Ünitesi
- Islak Biyometanizasyon Ünitesi
- Susuzlaştırma Ünitesi
- Gaz Depolama ve Arıtma Ünitesi
- Enerji Üretim Ünitesi (Lisanslı ve Lisanssız)
- Atık Depolama Ünitesi
- Sızıntı Suyu Ön Arıtma Ünitesi
- İdari Bina ve Yardımcı Üniteler

B tesisi için;

- Atık Kontrol ve Kabul Birimi
- Kantar
- Tekerlek Yıkama Ünitesi
- Mekanik Ayırma Ünitesi
- Gaz Arıtma Ünitesi
- Enerji Üretim Ünitesi (Lisanslı ve Lisanssız)
- Düzenli Depolama Ünitesi
- Sızıntı Suyu Arıtma Ünitesi
- İdari Bina ve Yardımcı Üniteler

A ve B tesisleri için iş akım şeması sırasıyla Şekil 2.2’de verilmiştir.

Şekil 2.2: Biyogazdan Enerji Üretimi A ve B Tesisleri İş Akım Şeması



Kaynak: Öztürk ve Altınbaş, 2021.

A tesisinde mekanik ayırma ve ATY ünitesinden kalan atıklarla birlikte biyometanizasyon ünitesinde değerlendirilemeyen atıklar B tesisinin düzenli depolama ünitesine taşınmaktadır. Atık transfer istasyonlarından A tesisine, buradan da B tesisinin düzenli depolama sahasına atık transferinde; 70 m3 kapasiteli 10 adet sıkıştırılmalı semi treyler denilen yük taşıma araçları kullanılmaktadır (Öztürk ve Altınbaş, 2021).

Sevkiyat istasyonlarından belediye araçlarıyla A tesisine getirilen kentsel ve endüstriyel atıklar kontrol edilir ve her araç 80 ton kapasiteli hemzemin tipi kantarda tartılarak atık miktarları kayıt altına alınır. Kabul/kantar ünitesi sonrasında karışık olarak gelen atıktan çıkan kül, cüruf vb. atıklar depolama alanına, kalan atıklar ise; atık türüne göre ayrılmak üzere mekanik ayırma ünitesi, ATY ünitesi veya organik atık kabul ünitesine yönlendirilir (A.g.e).

Mekanik ayırma ünitesi; atık yükleme vinci, torba açıcı, döner elekler, balistik ayırıcılar ve kabin içindeki ayrıştırma bantlarından oluşmaktadır. Kullanılan mekanik ayırma ünitesinin kapasitesi 40 ton/saattir. Mekanik ayırma tesisine kabul edilen kentsel atıklar burada ilk önce organik ve inorganik atıklar olarak ayrıştırılır. Organik atıklar ise

yine mekanik ayırma yöntemiyle içerisindeki metal ve ambalaj atıklarından ayrılarak organik atık ara depolama ünitesinden biyometanizasyon ünitesine yönlendirilir (A.g.e).

Organik atıktan ayrılan metaller ve ambalaj atıkları kendi içerisinde ayrıştırılmak üzere ayrıştırma kabinlerine alınarak buradan otomatik balya pres ünitesine yönlendirilir. Oluşturulan balyalar stok alanına alınır ve daha sonra tartılarak satılır (A.g.e).

ATY hazırlama ünitesi mekanik ayırma ile aynı binada olup burada kentsel atıklar parçalanarak yakıt üretimi yapılmaktadır. Hazırlanan ATY ürünler, depolandıktan sonra gazlaştırma/yakma ünitesinde yakıt olarak kullanılır. Mekanik ayırma ve ATY ünitesi alt yüklenici tarafından işletilmektedir (A.g.e).

Mekanik ayırma ünitesiyle kentsel atıklardan ayrılan organik atıklarla beslenen biyometanizasyon ünitesi; tek aşamalı ve mezofilik olarak işletilmektedir. Biyometanizasyon ünitesinde her biri 4.000 m³ hacimli 2 reaktör bulunmaktadır. Reaktörlerde ortalama 25-28 gün bekletilen atıkların burada pedallı karıştırıcılarla karıştırılıp sıkıştırılmasıyla ön fermantasyonu gerçekleştirilir. Ön fermantasyon gerçekleşikten sonra atığın içindeki maddelerin parçalanarak metan üreten bakterilere ve ardından biyogaza dönüşebilmesi için atıklar; bakterilerin 37,5-38 °C’de ürettiği enzimlerle sulu parçalanmaya uğrattılır. Sulu parçalanmayla oluşan biyogazın verim açısından yaklaşık %96-98 oranında metan içermesi beklenmektedir. Bu beklenti için karıştırıcılarla %51 seviyesine yükselen metan oranı, reaktörlerin tepesindeki membran sistemlerinde biriktirilerek daha da yükseltilmiş olur. Reaktörlerde biyogazla birlikte %48 civarında CO₂, %1 civarında ise diğer bileşenler yani Sülfürik Asit (H₂S), Su (H₂O), Azot (N₂), Hidrojen (H₂) gibi istenmeyen gazlar ve katı parçacıklar da oluşmaktadır (A.g.e).

Biyometanizasyon ünitesinde oluşan biyogaz öncelikle içeriğindeki nemden arındırılmak üzere susuzlaştırma ünitesine alınır. Susuzlaştırma sonrasında sıvı kısım arıtma tesisine, katı kısım kompost alanına ve sonrasında düzenli depolama alanına iletilir. Biyogazla birlikte oluşan ve verimlilik açısından istenmeyen gazların başında gelen H₂S gibi gazlardan ve katı parçacıklardan ayrıştırılmak üzere desülfirizasyonda denilen gaz arıtma ünitesine iletilir. Gaz arıtma ünitesinde arıtma sonrası istenilen oranda metana sahip olan biyogaz, elektrik enerjisi üretimi için sırasıyla kompresör, gaz tankı ve kojenerasyon ünitelerine iletilerek enerji üretimi gerçekleşmiş olur (A.g.e).

Biyogaz tesislerinde enerji üretiminin ısı ve elektrik enerjisi olarak aynı anda üretilmesini sağlayan üniteler kojenerasyon üniteleridir. Kojenerasyon ünitesinde biyogaz, içten yanmalı motorlarda yakılarak ısı enerjisine dönüştürülürken, gaz türbinlerine iletilerek elektrik enerjisi üretimi sağlanmış olur. Burada üretilen enerji lisanslı elektrik üretim santrallerine iletilir (A.g.e).

Şekil 2.2.'de A tesisinde; mekanik ayırma ile ATY ünitelerinden kalan inert atıklar, arıza vb. durumlarda mekanik ayırma tesisine beslenemeyen atıklar, biyometanizasyon tesisine beslenemeyen biyobozunur atıklar ve biyometanizasyon kaynaklı atıklar toplanarak B tesisinin düzenli depolama alanına taşınmaktadır. B tesisine A tesisinden taşınan atıklar düzenli olarak depolanmaktadır. A tesisi atık depolama alanında oluşan çöp gazı ise toplanarak lisanssız elektrik üretim tesisinde enerji üretiminde kullanılmaktadır (A.g.e).

Şekil 2.2'de gösterilen B tesisi düzenli depolama sahasında süreç; atığın serilmesi, kompaktörler ile atığın sıkıştırılarak daha önceden hazırlanmış borulama sisteminde atığın toplanması için hazırlanmasını kapsar. Borulama sistemi rigol, anahat, sifon ve kollektörden oluşmaktadır. Rigol denilen hatlar min. %3 eğimli, ortalama 4-4,5 metre derinliklerinde ekskavatörler ile yapılan kanallardır. Rigol kanalların baş tarafında "emme" işlemini gerçekleştiren yapılar, diğer tarafında ise sızıntı suyu deşarjı için bulunan "sifon" kullanılmaktadır. Sahada toplama işleminde kullanılan rigol, sifon ve anahat drenaj bağlantısı Görsel 2.1'de gösterilmektedir. Kanalin üzerindeki emme bağlantıları ana toplayıcı istasyonlarına, sifon bağlantıları da ana toplayıcı drenaj sistemine bağlanmaktadır. Toplanan gazın jeneratöre iletilmesi için basınca ihtiyaç vardır. Booster denilen basınçlandırıcı yapılar, negatif basınç (emiş) ile ana toplayıcı istasyonlarına ardından buraya bağlı rigollerle hatların içerisine giren çöp gazını çekmektedir (A.g.e). Sahada gaz toplama istasyonu ve emiş hatları Görsel 2.2'de gösterilmektedir.

Görsel 2.1: Düzenli Depo Sahası Gaz Toplama Sisteminde Rigol, Sifon ve Ana Toplayıcı Drenaj Bağlantısı



Kaynak: Öztürk ve Altınbaş, 2021.

Görsel 2.2: Gaz Toplama İstasyonu ve Bu Yapıya Bağlı Emiş Hatları



Kaynak: Öztürk ve Altınbaş, 2021.

Düzenli depolama alanında daha önceden yapılmış olan borulamalar ile depolama alanından üretilen çöp gazı toplanır, toplanan çöp gazı booster blowerler vasıtası ile gaz arıtma ünitesine iletilir. Burada arıtılan çöp gazı elektrik üretim santrallerine yönlendirilir (A.g.e).

B tesisi düzenli depolama sahasında, bir adet Kompaktör (Bomag çöp serme sıkıştırma aracı), bir adet dozer (Cat D6 üçgen palet), bir adet kazıcı yükleyici (ekskavatör), bir adet çiftçeker kamyon, bir adet arazöz kullanılmaktadır. Düzenli depolama sahasının işletilmesi, gaz toplama amacıyla yapılan borulama çalışmaları (rigol, anahat, sifon, kollektör) firmaya ait iş makineleri ve firma personeli tarafından yapılmaktadır. B tesisi düzenli depolama projesi, düzenli depolama teknolojileri ile emisyon azaltıcı özellik taşıyan bir proje olup, firma bu emisyonların hesaplanması ve gönüllü karbon piyasalarında değerlendirilmesi amacıyla çalışma yapmaktadır. Bu kapsamda, B tesisi düzenli depolama projesi Uluslararası Gönüllü Emisyon Azaltım Sertifikasyonuna sahip olacaktır (A.g.e).





ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETİMİNDE ENTEGRE RİSK ANALİZİ

3.1. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE RİSK ETMENLERİNİN BELİRLENMESİ

Risklerin belirlenmesi; bu risklere sebep olacak/olan tehlikelerin titizlikle incelenmesine bağlıdır (Kacır ve Taçgın, 2017). İSG alanında etkin bir risk analizi için; tehlikenin proaktif yaklaşımla belirlendiği ve tehlike kaynaklı risklerin etkisinin sayısal olarak değerlendirildiği kantitatif yöntemler kullanılmalıdır (Özkan, 2019). Çevresel anlamda iyi bir risk analizi için ise bütün proseslerin ve işletim sırasında belirlenen verilerin kullanılması, objektif yaklaşımlarla oluşabilecek etkilerin tamamının öngörülmesi ve azaltılması yönünde tedbirlerin alınmasını sağlayan yöntemlerin kullanılması gerekmektedir (Çevre Haberleri: Çevresel Risk Analizi Nedir?, 2017).

İSG’de yapılacak risk analizinde riskler; iş kazalarına ve meslek hastalıklarına yol açabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik, mekanik, ergonomik ve elektrik kaynaklı risk faktörleri açısından değerlendirilmektedir (Özkan, 2019). Çevresel risk analizinde riskler; insana ve çevreye yani hava, su ve toprak olarak tanımlanan alıcı ortama zarar verecek faktörler açısından değerlendirilmektedir (Çevre Haberleri: Çevresel Risk Analizi Nedir?, 2017).

Çalışmanın yürütüldüğü biyogazdan enerji üreten tesiste oluşabilecek önemli riskler İSG ve ÇSG açısından belirlenerek alt başlıklar halinde irdelenmiştir.

3.1.1. Yangın, Parlama ve Patlama Riski

Biyogazdan enerji üretimi yapılan tesiste yangın, parlama ve patlama açısından takip edilmesi gereken riskler aşağıda sıralanmıştır.

- Atık üreticisinden alınan atıkların tehlikeli atıklarla karışması ve sevkiyatın üzeri kapalı araçlarla yapılmasından kaynaklanan metan gazı oluşumu ile parlama-patlama riski (Kürkçü, vd., 2020).
- Araçlarda egzoz gazı tutucucusu olmaması; taşınan atığın kimyasal ve biyolojik olması sebebiyle yangın ve patlama riski (Ercan, 2016).
- Tesiste bulunan trafo ve elektrik kabloları; kullanım şartları veya çevresel faktörler nedeniyle (sabotaj, enerji hatlarının yakınlığı vb.) potansiyel yangın riski (Çelik, 2015).
- Tesiste bulunan iş makineleri ile yangın söndürme sistemlerinin çalışmaması kaynaklı mekanik arızalar sonucu yangın riski (Göreke, Kitiş ve Yalçın, 2021).

- Mazot-propan ve fueloil gibi yakıt tanklarının yüklenmesi, temizlenmesi, kaynak ve kesme çalışmaları nedeniyle yangın riski (A.g.e.).
- Tesiste atıkların diğer prosese iletimini sağlayan bunker gibi ekipmanların aşırı ısınması, bu ekipmanların bulunduğu kapalı alanlarda havalandırmanın yetersiz olması, bunker içinde atıkların tutuşturucu bir kaynakla reaksiyona girmesi, bunker içindeki dişlilerin sürtünmesiyle elektrik kaçakları nedeniyle katı atıkların yanması ve patlama riski (Ercan, 2016).
- Tank ve kompresör gibi ekipmanların basınçlı sistemle çalışmaları ve yapıldıkları malzemenin atıkla reaksiyona girmesiyle yangın, parlama ve patlama riski (Göreke, Kitiş ve Yalçın, 2021).
- Atıkların düzenli depolama alanında hava veya birbiri ile reaksiyona girmesi nedeniyle yangın, parlama veya patlama riski (Kürkçü, vd., 2020).
- Yakma ünitesinde basıncın kontrolsüz olması, fazla miktarda atık besleme, döner fırının aşırı ısınarak reaktif ve korozyif ortam oluşturması sonucu yangın ve patlama riski (Ercan, 2016).
- Yakma ünitesinde yüksek basınçlı brülör kazanlarda ilk ateşleme sırasında yangın ve patlama riski (Sanayi Tesislerinin Doğalgaz Dönüşüm Şartnamesi, t.y.).
- Propanın ilk ateşleme sırasında yangın ve patlama riski (Kozacı, 2017).

3.1.2. Ağır Metal Kaynaklı Riskler

Biyogazdan enerji üretimi yapılan tesiste ağır metal kaynaklı takip edilmesi gereken riskler aşağıda sıralanmıştır.

- Düzenli depolama alanında atıkların bekletilmesi sonucu koku, kimyasal gaz ve egzoz gazı birikmesiyle kronik toksikasyon riski (Göreke, Kitiş ve Yalçın, 2021).
- Desülfirizasyon ünitesinin paslanmaz çelikten yapılmamış olması nedeniyle fermantörlerde korozyona sebep olmasıyla H₂S sızıntı riski (Gürel, 2015).
- Yakma ünitesinde IBC (Intermediate Bulk Container) ve fiçilerle atık beslemesi yapılması sonucu sızıntı ve gaz çıkışı nedeniyle kimyasal maruziyet riski (Onan, 2017).
- Bunkerin kapalı alanda olması sonucu hem kimyasal hem de biyolojik maruziyet riski (A.g.e.).

- Kimyasal içerikli atıkların iş makineleri ve forkliftlerle taşınması sonucu dökülme, taşma ve gaz çıkışı ile operatör üzerinde kimyasal maruziyet riski (Göreke, Kitiş ve Yalçın, 2021).
- Biyogaz ünitesinde bitkisel ve hayvansal kaynaklı atıklar nedeniyle biyolojik maruziyet riski (A.g.e).

3.1.3. Elektrik Tesisatı Kaynaklı Riskler

Tank etrafındaki zeminin ıslak olması, bu alanda kaçak akım rölelerinin bulunmaması, topraklamanın yapılmamış olması, pano önlerinde yalıtıcı paspas kullanılmaması elektrik çarpması riski taşımaktadır (Altınok, 2016).

3.1.4. Kullanılan İş Makineleri Kaynaklı Riskler

Organik atıkların tesise sevkiyatını sağlayan araçlar, tesiste atık iletimini sağlayan bunker ve forklift gibi ekipmanlar gürültü ve titreşim maruziyeti riskine neden olmaktadır (Erel, 2015). Tesiste yeterli aydınlatmanın olmaması, yaya yollarının ayrılmamış olması özellikle araçlarla çalışma yapılan alanlarda düşme ve çarpışma gibi risklere neden olmaktadır (Bayrakdar, 2016). Bu araçların aşırı yüklenmiş olması ise riski arttırmaktadır (Göreke, Kitiş ve Yalçın, 2021).

3.1.5. Mekanik Araçlardan Kaynaklı Riskler

Biyogazdan enerji üretimi yapılan tesiste mekanik araçlardan kaynaklı takip edilmesi gereken riskler aşağıda sıralanmıştır.

- Atıkların depolama alanında sıkıştırılmasını sağlayan pres makinelerinin kullanma ve bakım-onarım talimatları ile ilgili gerekli uyarı levhalarının olmaması veya yetersiz olması nedeniyle fiziksel maruziyet riski (Onan, 2017).
- Atık iletimini sağlayan konveyör bantta emniyet durdurma telinin olmaması, Blowerın kayış-kasnak muhafazasının açıkta olması nedeniyle fiziksel maruziyet riski (Ercan, 2016).
- Bunker ve tavan vinci operatörünün sürekli oturarak ve tekrarlanan hareketlerle çalışması nedeniyle ergonomik maruziyet riski (Onan, 2017).

- Burada çalışanlar için aydınlatmanın yeterli olmaması sonucu görüş problemleri kaynaklı kaza riski (Ercan, 2016).
- Atıkların bunkere boşaltımı sırasında biriktirme havuzlarının bitişik olması ise aracın devrilmesi ve atığın dökülmesi riskine neden olacaktır (A.g.e.).

3.1.6. Tozuma Kaynaklı Riskler

Tesis genelinde yolların toprak olması ve sevkiyatı yapan araçların hız limitlerine uymaması tesis genelinde tozuma problemine neden olmaktadır (Onan, 2017).

3.1.7. Diğer Riskler

Biyogazdan enerji üretimi yapılan tesiste takip edilmesi gereken diğer riskler aşağıda sıralanmıştır.

- Sevkiyatın yapıldığı yollarda aydınlatma, trafik işaretleri ve park alanlarının yetersiz olması sonucu araç kazaları ve yaralanma riski (Onan, 2017).
- Yine araçların üstünün açık olması atıkların dökülmesi, sıçraması sonucu yaralanma, koku ve kirletici gazlardan kaynaklı haşere ve yabani hayvan tehlikesi sonucu zehirlenme, yorgunluk ve tükenmişlik sendromu gibi psikolojik sorunlar ve atık miktarının azalması sonucu verim kaybı riski (A.g.e.).
- Tesisin kurulduğu yer ile atık üreticileri arasındaki yolların fay hattına yakın olması; kırıklı ve boşluklu yapıdan dolayı yağışlı havalarda zeminin kaygan ve pürüzlü olması, karlı havalarda ise buzlanma olması sonucu kaza ve yaralanma riski (Göreke, Kitiş ve Yalçın, 2021).
- Araçların devrilmesi sonucu atıkların çevreye dökülmesi sonucu koku ve kirletici gazın yayılma riski (A.g.e.).
- Atıkların dökülmesi ve yayılmasıyla haşere ve yabani hayvan riski (Onan, 2017).
- Sevkiyatın belirlenen sürelerde yapılmasının sağlanmaması; kapalı kasalar içerisinde metan gazı birikmesi ve dolayısıyla araç içerisinde ya da boşaltım sırasında parlama ve patlama riski (A.g.e.).

- Tesise kabul edilen kentsel atıklara tehlikeli atık karışması ile çalışanlara ve çevreye toksik etki (A.g.e).
- Bulaşı riski taşıyan bu atıklardan oluşacak metan gazının tehlikeli atıklarla reaksiyona girerek yine parlama ve patlama riski (A.g.e).
- Tesislerde tekerlek yıkama ünitelerinin bulundurulmaması sonucu sahadaki kirliliğin tesis dışına taşınması riski (Ercan, 2016).
- Tesiste gelen araç ve atıkların tartımını sağlayan kantara araçların hızlı girmesi ve kantar zeminin kaygan olması gibi durumlarda aracın devrilme riski (A.g.e.).
- Atık yükleme rampasında korkuluğun olmaması veya kısa olması, rampanın düzgün olmaması sonucu aracın devrilme riski (A.g.e.).
- Depolama havuzlarının sızdırmaz özellikte olmaması nedeniyle toprak ve su kirliliği riski (Göreke, Kitiş ve Yalçın, 2021).
- Aynı zamanda atıklardan elde edilecek metan gazı kaybıyla verimliliğin azalma riski (Gürel, 2015).
- Depolama havuzunun aşırı doldurulması sonucu koku ve toksik maruziyet riski (A.g.e.).

3.2. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE BELİRLENEN RİSKLERİN ETKİLERİ

Tesis genelinde iş güvenliği uzmanları ile birlikte sahada yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilen risklerin etki alanları İSG ve ÇSG kapsamında değerlendirilerek elde edilen bilgiler Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Entegre Risk Analizinde Belirlenen Tehlike, Risk ve Etki Alanları

Tehlike-Risk-Etki Bilgileri					
No	Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı
1	İşletme Girişi	Sevkiyat	Yetersiz aydınlatma ve park alanı	Araç kazası ve atıkların dökülmesi	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği
2	İşletme Girişi	Sevkiyat	Araçların üstünün açık olması	Atıkların dökülmesi, sıçraması ile haşere ve yabani hayvan	Yaralanma, zehirlenme, tükenmişlik sendromu, çevre kirliliği
3	İşletme Girişi	Sevkiyat	Karışık atık gelmesi	Atık kalitesinin bozulması, reaksiyon, parlama ve patlama	Verimlilik, çalışana ve çevreye toksik etki, yaralanma ve can kaybı
4	İşletme Girişi	Sevkiyat	Zemin ve mevsimsel şartlar	Araç kazası, atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik
5	İşletme Girişi	Sevkiyat	Sevkiyatın uzun sürmesi	Reaksiyon, parlama-patlama	Çalışana ve çevreye toksik etki, yaralanma
6	İşletme Girişi	Tekerlek Yıkama Ünitesi	Yıkama ünitesi olmaması veya çalışmaması	Kirliliğin taşınması	Çevre kirliliği ve bulaşıcı hastalıklar
7	İşletme Girişi	Kantar	Hız limitlerine uyulmaması, zeminin uygun olmaması	Araç kazası, atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik
8	İşletme Girişi	Atık Yükleme Rampası	Korkuluk olmaması, zeminin uygun olmaması	Atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik
9	Atık Besleme	Düzenli Depolama	Sızdırmaz özellikte olmaması	Sızıntı suyu	Çevre kirliliği ve verimlilik
10	Atık Besleme	Düzenli Depolama	Aşırı dolum uyarı levhalarının olmaması	Taşma, dökülme	Çalışana ve çevreye toksik etki
11	Atık Besleme	Düzenli Depolama	Rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranması	Sızıntı suyu ve koku	Çalışana ve çevreye toksik etki
12	Atık Besleme	Düzenli Depolama	Anaerobik çürütme	H ₂ S	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki
13	Atık Besleme	Düzenli Depolama	Depolama alanının sevk araçları için kolay ulaşılabilir olmaması	Taşma, dökülme	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki
14	İşletme Genel	Yollar	Toprak yol olması ve hız limitlerine uyulmaması	Tozuma	Termal konfor etkisi ve çevre kirliliği
15	İşletme Genel	Sevkiyat	Egzoz tutucu olmaması	Patlama ve yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği
16	İşletme Genel	Trafo	Sabotaj ve enerji hatlarının yakınlığı	Yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği

Tablo 3.1 (Devam): Entegre Risk Analizinde Belirlenen Tehlike, Risk ve Etki Alanları

Tehlike-Risk Etki Bilgileri					
No	Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı
17	İşletme Genel	İş Makineleri ve Yangın Söndürme Sistemleri	Mekanik arıza	Yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği
18	İşletme Genel	Elektrik kabloları	Yıpranma ve aşınma	Elektrik çarpması ve yangın	Yaralanma, ölüm
19	Taşıma Depo	Yakıt Tankları	Bakım- Onarım	Yangın	Yaralanma ve can kaybı, çevre kirliliği
20	İşletme Genel	İş Ekipmanları (Bunker ve konveyör)	Havalandırmanın yetersiz olması	Reaksiyon ve atıkların yanması	Verimlilik ve çevre kirliliği
21	İşletme Genel	İş Ekipmanları (Bunker)	Bunker dişlilerinin sürtünmesi sonucu aşırı ısınması	Elektrik kaçakları, atıkların yanması ve patlama	Elektrik çarpması sonucu yaralanma, can kaybı, termal konfor etkisi, verimlilik ve çevre kirliliği
22	Biyogaz	Basınçlı Tanklar (Reaktör)	Tank malzemesinin atıkla reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği
23	Biyogaz	Düzenli Depolama	Atıkların hava veya birbiriyle reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve Patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği
24	Biyogaz	Yakma Ünitesi	Basıncın kontrolsüz olması, atık beslemenin fazla yapılması, döner fırınların aşırı ısınması	Yangın ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği
25	Biyogaz	Brülör	İlk ateşleme	Yangın ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği
26	Enerji Üretimi	Kompresör	Basıncın kontrolsüz olması, düzenli bakım-onarım yapılmaması, yalıtkan malzeme kullanılmaması, topraklamanın olmaması, kaçak akım rölesinin olmaması	Yangın ve patlama, elektrik kaçakları	Çevre kirliliği, yaralanma, can kaybı ve
27	Atık Besleme	Düzenli Depolama	Bekleme süresinin fazla olması	Koku, kimyasal gaz çıkışı ve egzoz gazı birikmesi	Çevre kirliliği ve kronik toksikasyon
28	Atık Besleme	Desülfirizasyon	Ünitenin paslanmaz çelik olmaması	H ₂ S sızıntısı olması	Gaz motorları ve analizörlere zarar vererek çevre kirliliği ve verimliliği etkilemesi

Tablo 3.1 (Devam): Entegre Risk Analizinde Belirlenen Tehlike, Risk ve Etki Alanları

Tehlike-Risk Etki Bilgileri					
No	Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı
29	Biyogaz	İş Ekipmanları (Bunker)	Kapalı alan	Kimyasal ve biyolojik maruziyet	Meslek hastalıkları
30	Biyogaz	Biyogaz Üretimi	Kentsel atıklar	Biyolojik maruziyet	Meslek hastalıkları
31	Biyogaz	Yakma Ünitesi (IBC ve fiçılar)	Atık beslemede sızıntı olması, gaz kaçağı	Metan ve sülfirik asit sızıntısına karşı emisyon cihazının aktif olarak çalışmaması	Zehirlenme, ölüm ve çevresel riskler
32	İşletme Genel	İş Makineleri ve Forkliftler	Dökülme, taşma ve gaz çıkışı	Kimyasal maruziyet	Meslek hastalıkları ve çevre kirliliği
33	İşletme Genel	Elektrik Tesisatı	Tankların bulunduğu zeminin ıslak olması, kaçak akım rölesi ve topraklamanın olmaması, panoların önünde yalıtıcı paspas olmaması	Elektrik kaçağı	Elektrik çarpması sonucu yaralanma veya can kaybı
34	İşletme Genel	İş Makineleri	Tesise giriş-çıkış yapan araçların, bunker ve forkliftlerin sürekli çalışıyor olması, geçiş yollarının düzgün olmaması ve bakım-onarımlarının düzenli yapılmaması	Gürültü ve titreşim maruziyeti	Meslek hastalıkları, iş kazaları ve çevresel gürültü
35	İşletme Genel	İş Makineleri	Yeterli aydınlatmanın olmaması, yaya yollarının ayrılmaması	Düşme, çarpışma	İş kazaları sonucu yaralanma ve can kaybı
36	İşletme Genel	Mekanik Araçlar	Pres makinelerinin bakım ve onarımlarının düzenli yapılmaması, uyarı levhalarının yetersiz olması veya olmaması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı
37	İşletme Genel	Mekanik Araçlar	Konveyör bantlarının emniyet durdurma tellerinin olmaması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı
38	İşletme Genel	Mekanik Araçlar	Blowerın kayış-kasnak mahfazasının açıkta olması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı
39	İşletme Genel	Mekanik Araçlar	Bunker ve tavan vinci operatörünün sürekli çalışıyor olması, aydınlatmanın yeterli olmaması	Ergonomik maruziyet	Meslek hastalıkları ve iş kazası sonucu yaralanma veya can kaybı
40	İşletme Genel	Mekanik Araçlar	Biriktirme ünitelerinin bitişik olması, bariyer bulunmaması	Aracın devrilmesi ve atığın dökülmesi	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği

Tablo 3.1’de belirlenen etkilerin nicel veri olarak hesaplanabilmesi için çalışmanın yürütüldüğü tesisten temin edilen ortam ölçümleri kullanılmıştır.

3.2.1. Ortam Ölçüm Raporları ve Değerlendirme

Çalışmanın bu bölümünde seçtiğimiz tesisin anlaşmalı olduğu akredite laboratuvar tarafından yapılan ortam ölçüm raporları ile ölçülen parametreler değerlendirilmiştir (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021). Rapordaki ölçüm sonuçları sınır değerlerle karşılaştırılarak risk analizleri için veriler elde edilmiştir.

3.2.1.1. Aydınlatma Ölçümleri

Tesiste yapılan ölçüm ve değerlendirmelerde COHSR-928-1-IPG-039 (Canada Occupational Health and Safety Regulations – Interpretations, Policies and Guideliens) Aydınlatma Düzeyinin Tespiti Standardı sınır değerleri kullanılmıştır. 17.07.2013 tarihli 28710 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmeliğin 22. maddesinde belirtilen TS EN (Türk Standardı European Norm) 12464-1: 2013 Işık ve Aydınlatma – Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması – Açık Alanlar Kılavuz Standartlarında belirtilen sınır değerler kullanılmıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

Ölçüm Birimleri,

Işık Akısı: Işık kaynağından her doğrultuda çıkan ışık şiddetinin toplamıdır. Birimi (Ø) Lümen’dir.

Işık Şiddeti: Belirlenen bir tek doğrultuda yayılan ışık miktarıdır. Birimi (I) Candela’dır.

Aydınlık Düzeyi: 1 metrekaarelik bir alana gelen toplam ışık akısı miktarıdır. Birimi (E) Lüks’tür.

Ölçümler sırasında her bir ölçüm yerinde çevre şartları (sıcaklık-basınç) kayıt altına alınmıştır. Ölçümler her noktada 4 adet olacak şekilde ve lüksmetre cihaz sertifikasından interpolasyon denklemi kullanılarak ortalama değerler alınarak yapılmıştır (A.g.e).

Ölçüm sonuçları ve sınır değerler Tablo 3.2’de verilmiştir (A.g.e).

Tablo 3.2: Aydınlatma Ölçümleri ve Sınır Değerleri

No	Ölçüm Tarih/ Saati	Ölçüm Yeri	Aydınlatma Türü	Ortalama Ölçüm Değeri (Lüx)	Sınır Değer (Lüx)
1	12.11.2021	İdari Bina Ofis Personel Çalışma Odası	Yapay	492,75	300
2	12.11.2021	1 Nolu Gaz Motoru Odası	Yapay	692	300
3	12.11.2021	Biyogaz Çalışma Alanı	Yapay/Doğal	1123,75	300
4	12.11.2021	Çöp Saha Çalışma Alanı	Yapay/Doğal	1140,5	200

Tesiste belirlenen bölgelerde yapılan aydınlatma ölçüm sonuçları belirtilen sınır değerlerden yüksek çıkmış olup risk analizinde kontrol önlemleri ile risklerin düşürülmesi planlanmıştır (A.g.e).

3.2.1.2. Kişisel Gürültü Maruziyet Ölçümleri

Gürültü maruziyet ölçümlerinde; TS 2607 ISO 1999 Akustik- İşyerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini, bu gürültünün sebep olduğu işitme kaybı standardı ve 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” maddeleri dikkate alınmıştır (İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu,2021).

Bu yönetmeliğin 5. Maddesi uyarınca belirlenen maruziyet değerleri aşağıdaki gibidir.

En düşük maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 80 dB(A) veya peak (Ptepe) = 112 Pa [135 dB(C)]

En yüksek maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 85 dB(A) veya peak (Ptepe) = 140 Pa [137 dB(C)]

Maruziyet sınır değerleri: (LEX, 8saat) = 87 dB(A) veya peak (Ptepe) = 200 Pa [140 dB(C)] şeklinde belirlenmiştir (İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

Ölçülen değerler belirlenen bu sınır değerlerden 85 dB(A)’yı geçtiğinde işverenin iş sağlığı ve güvenliği anlamında gerekli tedbirleri almaya başlaması gerekmektedir (İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

Ölçüm Birimleri;

dB: Birbirinden mertebe farklılıkları gösteren nicelikleri anlamlı olarak ifade etmede kullanılan logaritmik bir ölçektir.

dB(A): İnsan işitme sisteminin düşük şiddetteki seslere karşı en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren, A ağırlıklı ses seviyesi olarak tanımlanan ve gürültünün etkilenim değerlendirilmesi ve kontrolünde yaygın olarak kullanılan ses seviyesi ölçütünü ifade eder (A.g.e).

Ölçüm sonuçları ve sınır değerler Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3: Kişisel Gürültü Maruziyet Ölçümleri ve Sınır Değerleri

No	Ölçüm Tarih/ Saati	Kullanılan Cihaz	Çalışan Ölçüm Noktası	Maruz Kalınan Süre	Ölçüm Süresi (dk)	Ölçülen Değer-Ortalama dB(A)	Eylem Değeri dB(A)
1	12.11.2021 11.55	3M EDGE	Çalışan 1 Gaz Motoru Odası	8 st.	15	100	85
2	12.11.2021 12.10	3M EDGE	Çalışan 2 Biyogaz Reaktör-2	8 st.	15	68,6	85
3	12.11.2021 12.30	3M EDGE	Çalışan 3 Çöp Saha Çalışma Alanı	8 st.	15	80,6	85

Yapılan gürültü ölçümleri sonucunda değerler sadece gaz motor odasında yüksek çıkmış olup risk analizinde risklerin düşürülmesi için gerekli önlemler planlanmıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

3.2.1.3. İç Ortam Gürültü Ölçümleri

Gürültü ölçümleri yapılırken TS EN ISO 11202 Akustik- Makine ve Donanımdan Yayılan Gürültü ve 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” maddeleri dikkate alınmıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021). İç ortam gürültü ölçüm değerleri Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4: İç Ortam Gürültü Ölçümleri ve Sınır Değerleri

No	Ölçüm Tarih/ Saati	Kullanılan Cihaz	Çalışan/T.C./Görevi/ Ölçüm Noktası	Ölçülen Değer- Ortalama dB(A)	Eylem Değeri dB(A)
1	12.11.2021	Cesva SC310 3M SE 402	İdari Bina Ofis Personel Çalışma Odası	57,65	-
2	12.11.2021	Cesva SC310 3M SE 402	Gaz Motoru	83,61	-
3	12.11.2021	Cesva SC310 3M SE 402	Biyogaz Reaktör 1-2	64,91	-

Yasal mevzuat gereği iç ortam gürültüsüne yönelik yeni düzenleme olmadığından yapılan ölçümlerin değerlendirilmesinde sınır değerlerle kıyaslama kullanılmamıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

3.2.1.4. Termal Konfor Ölçümleri

Termal konfor ölçümlerinde TS EN ISO 7730 Termal Ortamlar PMV (Predicted Mean Vote), PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) indislerinin tayini termal rahatlık için şartların standardı, TS EN ISO 7243 Termal Çevrenin Ergonomisi, WBGT (Wet Bulb Glob Temperature) (Islak Hazne-Küre Sıcaklığı) Endeksi Kullanılarak Isı Stresinin Değerlendirilmesi ve 17.07.2013 tarihli 28710 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Bina Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” maddeleri dikkate alınmıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021). Ölçüm değerleri Tablo 3.5’te verilmiştir.

Ölçüm Birimleri;

PMV (Predicted Mean Vote); Tahmin Edilen Ortalama Oy indisidir. Havanın sıcaklığı, nemi, hava akım hızı ve aktivite gibi değişkenler temel alınarak insan vücudunun ısı dengesine göre ortalamasını tahmin eden değerdir. Çalışanın termal koşullardan etkilenme seviyesini belirler.

PPD (Predicted Percentage Dissatisfied); Tahmin Edilen Yüzde Memnuniyetsizlik indisidir. PMV’den türetilmiştir. Çalışma ortamında termal açıdan rahatsız olanların sayısal yüzdesini ifade etmektedir. PMV termal koşulların uygunluğu sağlandığında

$\pm 0,5$ değeri alırken PPD değeri bu ortamlarda %10'u geçmemelidir (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

Tablo 3.5: Termal Konfor Ölçümleri ve Sınır Değerler

No	Ölçüm Noktası	Hava Akım Hızı (m/s)	Küre Sıcaklığı (°C)	Hava Sıcaklığı (°C)	Bağıl Nem (%)	Metabolik Oran/CLO	PMV	PPD	WBGT
1	İdari Bina Ofis Personel Çalışma Odası	0,2	24,3	26,4	35	1,2 / 1,2	0,15	5,5	18,9
2	Gaz Motoru	0,2	11,6	9	39	1,2 / 1,6	0,98	25,3	7,4
3	Biyogaz Reaktör-1	0,2	25,2	12,6	26	1,2 / 1,6	1,28	39,1	14,8
4	Biyogaz Reaktör -2	0,2	25,3	12,7	26	1,2 / 1,6	0,78	17,9	14,9

Tesiste yapılan termal konfor ölçümleri sonucunda tüm ölçüm noktalarında PMV değeri $< + 2$ olduğundan WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar sınır değerleri sağlamaktadır.

TS EN 7243 standardına göre WBGT'nin ısıya alıştırmış referans limit değerleri 30°C 'dir (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

3.2.1.5. Toz Maruziyet Ölçümleri

Toz ölçümlerinde TS EN ISO/IEC 17025 standardı ile 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Tozla Mücadele Yönetmeliği" dikkate alınmıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

Ölçüm Birimleri;

mg/m^3 : 20°C sıcaklıkta ve 101,3 kPa (760 mm civa basıncında) basınçtaki 1 m^3 havada bulunan maddenin miligram cinsinden miktarıdır.

Tesiste 2 noktada Kişisel Solunabilir Toz, 4 noktada İç Ortam Solunabilir Toz ölçümü yapılmıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021). Ölçüm sonuçları sırayla Tablo 3.6 ve Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.6: Kişisel Solunabilir Toz Ölçümleri ve Sınır Değerleri

No	Ölçüm Tarih/ Saati	Ölçüm Yeri Personel	T.C.	Ölçüm Süresi	Ölçüm Değeri mg/m ³	Sınır Değer mg/m ³
1	12.11.2021 13.05	Biyogaz Kişi-1	-	2 st.	2,86	5
2	12.11.2021 13.08	Çöp Kapatma Kişi-2	-	2 st.	2,79	5

Tablo 3.7: İş Ortam Solunabilir Toz Ölçümleri ve Sınır Değerleri

No	Ölçüm Tarih/ Saati	Ölçüm Yeri	Ölçüm Süresi	Ölçüm Değeri mg/m ³	Sınır Değer mg/m ³
1	12.11.2021 10.55	İdari Bina Ofis Personel Çalışma Odası	2 st.	2,89	5
2	12.11.2021 10.56	Gaz Motoru	2 st.	2,88	5
3	12.11.2021 10.58	Biyogaz	2 st.	3,03	15
4	12.11.2021 13.15	Çöp Sahası	2 st.	2,85	15

Tesiste yapılan toz ölçümlerinde yönetmeliğin Ek-1 listesinde verilen sınır değerleri aşılmadığı gözlemlenmiştir (Tozla Mücadele Yönetmeliği, 2013).

3.2.1.6. Anlık Gaz Ölçümleri

Anlık gaz ölçümleri için ASTM (American Society and Testing end Materials) D4490 Gaz ve Buhar Bileşiklerinin Renk Karşılaştırma Metodu ile Örneklenmesi ve Ölçümü Metodu kullanılmıştır. 12.08.2013 tarihli 28733 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” ve 06.08.2013 tarihli 28730 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” ilgili maddeleri dikkate alınmıştır (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

Ölçüm Birimleri;

ppm (past per million): milyonda bir birime verilen isimdir. Herhangi bir karışımda toplam madde miktarının milyonda 1 birimine 1 ppm denir. Derişim olarak ve çok küçük değerleri ifade etmek için kullanılır (İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021).

Ölçümler; çalışma ortamındaki oksijen seviyesini, yanıcı gazların varlığını ve belirli zehirli gazların varlığı ile atmosferik durumları belirleyerek korunma önlemlerinin planlanması açısından oldukça önemlidir. Çalışma ortamlarında gaz ve buhar ölçümleri sensörlü dedektörlerle ölçülmektedir (İşyeri ortam ölçümleri neleri kapsar?, 2015). Bu ölçümlerin yapılması; kullanılan kimyasalların yoğunluk haritalarını çıkararak, gaz ve buhar maruziyeti hakkında ve kimyasalların ortamdaki derişimine bağlı olarak olası patlama riskinin alt-üst sınırları hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca maruziyet açısından ilave ölçümlerin gerekliliği hakkında da öngörü oluşturmaktadır (İş Hijyeni Laboratuvarı: Gaz ve Buhar Ölçümleri, 2015).

Tesiste yapılan anlık gaz ölçüm değerleri Tablo 3.8’de verilmiştir. Ayrıca bazı kimyasalların alt ve üst patlama değerleri Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.8: Anlık Gaz Ölçümleri ve Sınır Değerleri

No	Ölçüm Tarihi	Ölçüm Yeri	Ölçümü Yapılan Gaz	Ölçüm Sonuçları		
				Gaz Miktarı (ppm)		
				Ölçüm Değeri	Sınır Değerler	
1			H ₂ S	0 ppm	0,05 mg/m ³	0,005 ppm
2	10.01.2022	Gaz Analizör-Lagün	CO ₂	0,01 (%)	9000 mg/m ³	5000 ppm
3			CH ₄	0 (%)	5 LEL(%)	15 UEL (%)
4			H ₂ S	2 ppm	0,05 mg/m ³	0,005 ppm
5	10.01.2022	Gaz Analizör-Gaz Motoru	CO ₂	0,18(%)		
6			CH ₄	0,14(%)	5 LEL(%)	15 UEL (%)
7	10.01.2022	Proses Havuzu	CH ₄	0,005(%)	0,084 (%)*	5-15 (%)**
8	10.01.2022	Lagün	CH ₄	0,007(%)	0,017 (%)*	5-15 (%)**
9	10.01.2022	Reaktör-1	CH ₄	0,045(%)	0,090 (%)*	5-15 (%)**
10	10.01.2022	Reaktör-2	CH ₄	0,024(%)	0,035 (%)*	5-15 (%)**
11	10.01.2022	Aktarım Havuzu	CH ₄	0,035(%)	0,084 (%)*	5-15 (%)**

Tesiste yapılan gaz ölçümlerinde ölçülen değerlerin verilen sınır değerleri aşmadığı gözlemlenmiştir (İş Sağlığı ve Güvenliği ve İş Hijyeni Ölçümleri Deney Raporu, 2021). Tesiste ölçülen gazların sınır değerleri için kullanılan standart değerlerin açıklaması;

*Dedektör cihazı ortam derişimine göre kimyasalların ortamdaki derişimine bağı olarak olası patlama riskinin alt-üst sınırları

** LEL (Lower Explosion Limit): Alt Patlama Sınırı (APS); bir yanıcı maddenin hava içindeki patlayabileceğı en alt sınır değeri

UEL (Upper Explosion Limit): Üst Patlama Sınırı (UPS); hacim içinde patlama özelliğini sürdürebileceğı en üst sınırı gösterir (A.g.e).

Bazı kimyasalların alt ve üst patlama değeri için Tablo 3.9'daki değlerden yararlanılmıştır.

Tablo 3.9: Bazı Kimyasalların Alt ve Üst Patlama Değeri

Madde	Alt Patlama Sınırı (LEL) %	Üst Patlama Sınırı (UEL) %
Amonyak	16	25
Aseton	2,6	12,8
Asetilen	3	82
Benzin	1,3	7,1
Hekzan	1,1	7,5
Hidrojen Sülfür	4	44
Karbon Monoksit	12,5	74
LPG	2	9
Metan	5	15
Metil Alkol	7,3	36

Yapılan ortam ölçümleri sonucunda elde edilen veriler risk hesaplama yöntemlerinde ayrı ayrı değlendirilerek risk skorları hesaplanmıştır.

3.3. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu tez çalışmasında İSG ve ÇSG kapsamında belirlenen risklerin risk skorları hesaplanmıştır. Bu kapsamda ortam ölçümlerinin de değlendirildiğı Fine Kinney risk analiz yöntemi ile ISO14001 çevresel etki değlendirme formlarındaki risk hesaplama yöntemleri kullanılmıştır. Risk skoru hesabında öncelikli olarak sahada belirlenen somut değler ve sıklıkları belirlenmiştir. Sonrasında bu değler olasılıklar ile yorumlanmıştır. Son olarak şiddet değleri; çalışanların ihmali, öngörülen tedbirlerin

uygulanmaması, mekanik araçlardaki olası arıza vb. durumlara göre seçilerek skorlar İSG ve ÇSG için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca ortam ölçüm sonuçları ile risk skor parametrelerinden şiddet ve olasılığın düşürülmesi yöntemleri ve alınan önlemlerin yeterliliği araştırılmıştır. Araştırma sonuçları; entegre risk analizine nicel veri olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmaya özgü geliştirilen entegre risk analizinde risklerin değerlendirilmesi çalışmaya konu tesisin düzenli depolama alanı özelinden bir örnek ile sunulmuştur. Buna göre entegre risk analizinde Fine Kinney risk değerlendirme metodu ve çevresel risk değerlendirme metodu alt başlıklar halinde verilmiştir.

3.3.1. Fine Kinney Risk Değerlendirme Metodu

Entegre risk skorlarını oluştururken İSG risk analizi olarak Fine Kinney metodu kullanılmıştır. Fine Kinney metodunda riski oluşturan parametreler; olasılık, frekans ve şiddet olarak üçe ayrılır. Olasılık zararın gerçekleşme sıklığı, frekans zamanla tehlikeyle karşılaşma tekrarı, şiddet ise insan ve/veya çevre üzerindeki tahmini zarar olarak tanımlanmaktadır (Yaman, 2020).

Fine Kinney metodu; sahada kullanım kolaylığı ve daha detaylı çalışma imkânı sunduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır (A.g.e).

Fine Kinney metodunda kullanılan eşitlik;

Risk (R) = Olasılık (O) x Şiddet (Ş) x Frekans (F) şeklindedir (A.g.e.).

Eşitlikteki parametrelerin sayısal olarak ifade ettiği değerler Tablo 3.10 'da açıklanmıştır.

Tablo 3.10: Fine Kinney Risk Parametre Değerleri

Olasılık		Şiddet		Frekans	
Skor	Açıklama	Skor	Açıklama	Skor	Açıklama
10	Beklenir, kesin	100	Birden fazla ölümcül kaza	10	Hemen hemen sürekli (Bir saatte birkaç defa)
6	Yüksek, oldukça mümkün	40	Öldürücü kaza, ciddi çevresel felaket	6	Sık (Günde bir veya birkaç defa)
3	Olası	15	Kalıcı hasar, iş kaybı, çevresel engel oluşturma	3	Ara sıra (Haftada bir veya birkaç defa)
1	Mümkün fakat düşük	7	Önemli hasar, yaralanma, dış ilkyardım ihtiyacı	2	Sık değil (Ayda bir veya birkaç defa)
0,5	Beklenmez fakat mümkün	3	Küçük hasar, yaralanma, dâhili ilkyardım ihtiyacı, arazi sınırları içinde çevresel zarar	1	Seyrek (Yılda birkaç defa)
0,2	Beklenmez	1	Ucuz atlatma, çevresel zarar yok	0,5	Çok seyrek (Yılda bir veya daha seyrek)

Fine Kinney risk eşitliğine göre hesaplanan değerler risk değerlendirme tablosunda gruplandırılmış ve aralık olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan aralıklar sahada alınması gereken önlemler hakkında bilgi vermektedir (A.g.e.).

Fine Kinney risk eşitliğine göre değerlendirmeler Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11: Fine Kinney Risk Değerleri Değerlendirme

Fine-Kinney Risk Skoru Değerlendirme			
Risk Değeri	Risk Derecesi	Değerlendirme	
A	400<R	Tolerans gösterilemez risk	Hemen gerekli önlemler alınmalı/ iş durdurulmalı
B	200<R<400	Esaslı risk	Kısa sürede iyileştirilmeli
C	70<R<200	Önemli risk	Plan doğrultusunda yıl içinde iyileştirilmeli
D	20<R<70	Olası risk	Gözetim altında tutulmalı
E	R<20	Önemsiz risk	Önem öncelikli değil

3.3.2. Çevresel Risk Değerlendirme Metodu

Çevresel boyutun önem durumunu belirleyen bileşenlerden birisi de çevresel risktir. Çevresel riski oluşturan parametreler; meydana gelme olasılığı ve şiddeti (meydana geldiğinde) olarak ikiye ayrılır. Meydana gelme olasılığı düşük olsa bile şiddetin fazla olması; “yüksek risk” olarak tanımlanmaktadır. Riskin yüksek olması çevre boyutunun önemli olduğu anlamına gelmektedir (ISO 14001: Çevre Yönetim Sistemi Risk Analizi Nedir? Nasıl Yapılır?, 2005).

Çevresel risk analizinde çevresel risk eşitliği kullanılmaktadır (A.g.e.).

Çevresel Risk (ÇR)= Etki Şiddeti (E) x Olma İhtimali (O)

Eşitlikteki parametrelerin sayısal olarak ifade ettiği değerler Tablo 3.12’de açıklanmıştır.

Tablo 3.12: Çevresel Risk Parametre Değerleri

Etki Şiddeti		Olma İhtimali	
Çok Yüksek	20	Günlük	5
Yüksek	15	Haftalık	4
Orta	10	Aylık	3
Düşük	5	6 Aylık	2
Önemsiz	1	Yıllık	1

ÇYS’de bütün çevresel etkilerin büyüklüğü hesaplandıktan sonra riskler önem derecesine göre sınıflandırılmaktaydı. Bu sınıflandırma bir sonraki adımda neler yapılacağını belirlemeye yaramaktadır (ISO 14001: Çevre Yönetim Sistemi Risk Analizi Nedir? Nasıl Yapılır?, 2005). Çevresel risk eşitliğine göre değerlendirmeler Tablo 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.13: Çevresel Risk Değerleri Değerlendirme

Çevresel Risk Skoru Değerlendirme			
Risk Değeri	Risk Derecesi	Değerlendirme	
A	$100 \leq \text{ÇR} < 61$	Çok yüksek	Acil önlem alınmalı
B	$60 \leq \text{ÇR} < 29$	Yüksek	Çabuk müdahale edilmeli
C	$29 \leq \text{ÇR} < 11$	Dikkate değer risk	Önlem alınmalı
D	$10 \leq \text{ÇR} < 1$	Kabul edilebilir risk	Tedbir gerekemeyebilir dikkatli olunmalı

Önceden belirlediğimiz risk etmenleri Fine Kinney ve Çevresel Risk eşitlikleriyle sayısal verilere dönüştürülmüştür.

3.3.3. Düzenli Depolama Havuzunda Entegre Risklerin Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında biyogazdan enerji üreten tesisler için hazırlanan etki tablosundaki (Tablo 3.1) riskler sayısal verilere dönüştürülmüş ve analiz için genişletilmiştir. Skor hesabı saha gözlem raporları ve tesisteki İSG uzmanlarının görüşleri doğrultusunda yapılmıştır. Yapılan skor hesabının daha net anlaşılabilmesi için tesiste bulunan proseslerden düzenli depolama havuzu seçilerek örneklendirilmiştir.

Depolama havuzu risk skoru hesabı için ünite tanıtımı ve işleyişi bölüm 2.2.'de anlatılmıştır. Burada ise alanın risk skoru parametre değerleri belirlenmiştir. Parametre değerlerinin belirlenebilmesi için öncelikle buradaki riskler tanımlanmıştır.

Depolama havuzu tesis kurulum aşamasında yapılan bir ünite dir. Bu ünite de tesise getirilen organik atıklar toplanarak sıkıştırılmakta ve biyometanizasyon için hazırlanmaktadır. Tesisin girişine inşa edilecek havuzun öncelikle sızdırmaz özellikte olması gerekmektedir (Gürel, 2015). Ayrıca bu havuzlarda anaerobik çürütmeden oluşan H_2S kaynaklı koku problemini gideren biyofiltre veya pH düzenleyici gibi teknikler kullanılmalıdır (Kara, Akbulut ve Topak, 2018).

Bu havuzların başta istenilen sızdırmazlık özelliğine sahip olmamaları toplanan atıkların biriktirilmesi ve sıkıştırılması sonucu oluşacak sızıntı suyunun toprağa karışmasına sebep olacaktır (Gürel, 2015). Sızıntı suları topraktan yeraltı suyu na karışarak kurulu tesisin çevresindeki arazide şebeke suyunun kirlenmesine, yaşayan bitki ve hayvanlar ile tarımsal alanlarda sağlık problemlerine neden olacaktır (A.g.e). Aynı zamanda bu tür yapılarda uzun süre kullanım ve deprem gibi yer hareketleri zamanla yıpranma ve çatlak oluşumuna neden olacağından bu etkenler de hesaba katılmalıdır.

Atığın havuza boşaltımı sırasında doluluk oranı hakkında uyarıcı sistemlerin olmaması sonucunda atığın çalışma ortamına yayılması toprak kirliliğine neden olacaktır. Aynı zamanda atığın içeriğindeki metan ve sülfirik asit havaya yayılarak çalışanlarda toksik etki yaratacak ve meslek hastalıklarına neden olacaktır.

Depo alanında bulunan rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranmasıyla sızıntı suyu ve koku problemi olacaktır. Olası bir sızıntı; toprak kirliliğine, hava kirliliğine ve çalışan üzerinde toksik etkiye neden olacaktır.

Depolama havuzlarında atıkların bekletilmesiyle anaerobik çürütme başladığından bu alanda yoğun olarak koku problemi ile çevre kirliliği ve çalışan üzerinde toksik etkiye neden olacaktır.

Depolama havuzunun saha içerisinde kolay ulaşılabilir bir alanda olmaması ve yeterli yükseklikte bariyerlere sahip olmaması; saha içerisinde özellikle hız limitlerine uymayan araçların havuzlara çarparak atıkların çalışma alanına yayılmasıyla çevre kirliliğine ve çalışan üzerinde toksik etkiye neden olacaktır. Bu problemlerin yaşanmaması için deponun bariyerli bir yapıya sahip olması gerekmektedir (Onan, 2017).

Depolama havuzlarında atıkların üzeri açık olarak biriktirilmesi sonucu atıklar birbiriyle ve havayla reaksiyona girerek yangın riski taşımaktadır (Düzenli depolama tesisleri saha yönetimi ve işletme kılavuzu, 2014). Olası yangın riski ise yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliğine neden olacaktır.

Depolanan atıkların mevsimsel şartlar gereği fazla bekletilmesi; koku, kimyasal gaz çıkışı ve araçlardan kaynaklı egzoz gazı birikimi ile çevre kirliliği ve kronik toksikasyona neden olacaktır.

Çalışmanın yürütüldüğü tesiste depolama havuzu ve aktarım havuzunda yapılan anlık gaz ölçümlerinde değerlerin sınır değerleri aşmadığı tespit edilmiştir. Ancak bu üniteye çalışanların burun pH'sı olarak da adlandırılan koku alma problemi yaşadıkları bilgisi edinilmiştir. Koku duyusundaki bozukluk medikal olarak; genelde hiposmi yani koku alma duyusunda azalma veya aposmi yani koku almanın tamamen yok olması olarak tanımlanmaktadır. Kaynağına göre geçici veya kalıcı olabilen bu rahatsızlığın; maruziyetin sürekliliğine bağlı olarak iştahsızlık, kilo kaybı ve depresyon gibi sonuçları olabilmektedir. Ayrıca koku alamayan insanların fark etmeden bozuk yiyecek tüketmeleri sonucu zehirlenme olasılıkları da oldukça yüksektir (Koku alamama (anosmi) nedir, nedenleri, tedavisi, t.y.).

Belirlenen riskler doğrultusunda risk skoru hesabı için ilk olarak faaliyetin gerçekleşme sıklığı yani frekans değerleri belirlenmektedir. Frekans değeri proses için somut bir değerdir. Gerçekleşen faaliyetin periyodu hakkında bilgi verir. Çalışmanın yürütüldüğü tesiste depolama havuzuna gün içinde birkaç defa besleme yapılmaktadır. Bu nedenle İSG risk skoru parametrelerinden frekans mevsimsel şartlar ve bekleme süresi haricinde; Tablo 3.10'dan 6 seçilmiştir. Mevsimsel şartlar ve bekleme süresi

sonucu doluluk oranına bağılı olarak değerlendirilen reaksiyon için ise frekans değeri aynı tablodan 3 ve 2 olarak seçilmiştir. Olası bir ihmal veya belirtilecek tedbirlerin uygulanmaması durumunda ölümcül kaza ve çevresel riskler söz konusu olduğu için şiddet 40 seçilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü tesiste kurulum aşamasında sızdırmaz olarak inşa edilen depolama havuzu için yıllık kontroller yapılmakta ve dolum sırasında uyarıcı sistemler bulunmaktadır. Bu durumda olasılık değeri ilk bakışta diğer faktörlerden kaynaklı sızıntı olması ihtimaliyle 3 seçilebilir. Diğer taraftan atığın sürekli geldiği ve reaksiyonun durmadan devam ettiği bilindiği için ve koku problemindeki kesinlikten dolayı 10 seçilmelidir. Ancak burada biyofiltrelerin olması olasılık değerini 10'dan 6'ya düşürmektedir.

ÇYS risk skoru hesabında da yine aynı şekilde üniteye alınmış olan tedbirler doğrultusunda sızıntı suyu, taşma, dökülme ve reaksiyona karşı olasılık 4 seçilebilir. Ancak koku probleminin baskın olduğu alanlar için 5 olarak seçilmiştir. Etki şiddeti ise zararın yüksek olması nedeniyle 20 olarak seçilmiştir.

Depolama havuzu için seçilen değerler; bölüm 3.3.1 ve 3.3.2'de verilen eşitliklerde yerine yazılarak risk skorları hesaplanmış ve hesaplanan risk skorları Tablo 3.14'te verilmiştir.

Bölüm: Atık Besleme

Proses: Depolama havuzu

Gerçekleşme sıklığı: Her gün, günde birkaç defa

Tehlike: Havuzun sızdırmaz olmaması, aşırı dolum, anaerobik çürütme, reaksiyon

Risk: Sızıntı suyu, taşma ve dökülme, koku

Etki Alanı: Çevre kirliliği (hava, toprak, su), çalışana ve çevreye toksik etki, zehirlenme ve can kaybı

Tablo 3.14: Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike- Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme								
					Fine Kinney				Çevresel Risk				
					O	Ş	F	R				E	O
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk				Durum (A,B,C,D,E)	Risk			Durum (A,B,C,D)
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Sızdırmaz özellikte olmaması	Sızıntı suyu	Çevre kirliliği	3	40	6	720	A	20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Aşırı dolum uyarı levhalarının olmaması	Taşma, dökülme	Çalışana ve çevreye toksik etki	3	40	6	720	A	20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranması	Sızıntı suyu ve koku	Çalışana ve çevreye toksik etki	3	40	6	720	A	20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Anaerobik çürütme	H ₂ S	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	3	40	6	720	A	20	5	100	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Depolama alanının sevk araçları için kolay ulaşılabilir olmaması	Taşma, dökülme	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	3	40	6	720	A	20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Atıkların hava veya birbiriyle reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve Patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	3	360	B	20	4	80	A

Tablo 3.14 (Devam): Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike- Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme										
					Fine Kinney				Çevresel Risk						
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Durum (A,B,C,D)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk						Risk				
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Bekleme süresinin fazla olması	Koku, kimyasal gaz çıkışı ve egzoz gazı birikmesi	Çevre kirliliği ve kronik toksikasyon	6	40	2	480	A		20	5	100	A	

Bu ünite de yapılan risk skoru hesabı neticesinde İSG ve Çevresel risklerin genelde aynı derecede önemli olduğu görölmektedir. Ünitenin reaksiyon riskiyle sebep olduğu etki alanında ise İSG açısından esaslı risk olarak kısa sürede önlem alınması gerektiği, çevresel değerlendirmede ise çok yüksek çıkarak acilen önlem alınması gerektiği görölmektedir (Tablo 3.13). Bunun sebebi İSG açısından genelde göreceli olarak belirlenip etkisi hemen fark edilen durumların çevresel açıdan kendisini zamanla gösteriyor olmasıdır. Bu durumda İSG risk analizlerinde planlanan önlemlere düzenli olarak yapılacak toprak ve su analizleri gibi çevresel önlemlerin de eklenmesi gerekmektedir.

Entegre risk analizinde risk aksiyon planı olarak hazırlanan ikinci aşamada düşürölmesi planlanan riskler için depolama havuzunun sızdırmaz yapıda olmasıyla frekans değerı çok fazla değişmemektedir. Çünkü tesisin sürekli atık beslemeye ihtiyacı vardır. Bu durumda şiddet ve olasılığın düşürölmesi gerekmektedir. Şiddet ve olasılık değerlerinin düşürölmesi ortamda yapılacak olan anlık gaz ölçümü, toprak ve su analizleri ile periyodik kontroller sonucu belirlenecek önlemlerle sağlanacaktır. Havuzun çevresinde önerildiği üzere sürekli yapılacak olan analizlerle yayılımlar tespit edilerek alınacak önlemlere karar verilecektir. Bu önlemlerin uygulanmasıyla da risk skorunun dolayısıyla riskin düşük kalması sağlanmış olacaktır.

3.3.4. Tesis Geneli Entegre Risklerin Değerlendirilmesi

Biyogazdan enerji üretimi için hazırlanan Tablo 3.1 ve tesis gözlemleri neticesinde bütün prosesler için düzenli depolama örneğinde belirttiğimiz şekilde hesaplanan skorlar Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.15: Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme								
					Fine Kinney				Çevresel Risk				
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk				Durum (A,B,C,D,E)		Risk		Durum (A,B,C,D)
İşletme Girişi	Sevkiyat	Yetersiz aydınlatma ve park alanı	Araç kazası ve atıkların dökülmesi	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	6	720	A	20	4	80	A
İşletme Girişi	Sevkiyat	Araçların üstünün açık olması	Atıkların dökülmesi, sıçraması ile haşere ve yabani hayvan	Yaralanma, zehirlenme, tükenmişlik sendromu, çevre kirliliği	3	40	6	720	A	20	4	80	A
İşletme Girişi	Sevkiyat	Karışık atık gelmesi	Atık kalitesinin bozulması, reaksiyon, parlama ve patlama	Verimlilik, çalışana ve çevreye toksik etki, yaralanma ve can kaybı	3	40	3	360	B	20	4	80	A
İşletme Girişi	Sevkiyat	Zemin ve mevsimsel şartlar	Araç kazası, atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik	3	40	2	240	B	15	3	45	B
İşletme Girişi	Sevkiyat	Sevkiyatın uzun sürmesi	Reaksiyon, parlama-patlama	Çalışana ve çevreye toksik etki, yaralanma	3	40	2	240	B	20	4	80	A
İşletme Girişi	Tekerlek Yıkama Ünitesi	Yıkama ünitesi olmaması veya çalışmaması	Kirliliğin taşınması	Çevre kirliliği ve bulaşıcı hastalıklar	3	15	6	270	B	15	3	45	B

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme								
					Fine Kinney				Çevresel Risk				
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk				Risk				
İşletme Girişi	Kantar	Hız limitlerine uyulmaması, zeminin uygun olmaması	Araç kazası, atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik	3	40	6	720	A	15	3	45	B
İşletme Girişi	Atık Yükleme Rampası	Korkuluk olmaması, zeminin uygun olmaması	Atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik	3	40	6	720	A	15	3	45	B
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Sızdırmaz özellikte olmaması	Sızıntı suyu	Çevre kirliliği ve verimlilik	3	40	6	720	A	20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Aşırı dolum uyarı levhalarının olmaması	Taşma, dökülme	Çalışana ve çevreye toksik etki	3	40	6	720	A	20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranması	Sızıntı suyu ve koku	Çalışana ve çevreye toksik etki	3	40	6	720	A	20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Anaerobik çürütme	H2S	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	3	40	6	720	A	20	5	100	A

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme								
					Fine Kinney				Çevresel Risk				
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk				Risk				
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Depolama alanının sevk araçları için kolay ulaşılabilir olmaması	Taşma, dökülme	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	3	40	6	720	A	20	4	80	A
İşletme Geneli	Yollar	Toprak yol olması ve hız limitlerine uyulmaması	Tozuma	Termal konfor etkisi ve çevre kirliliği	3	40	6	720	A	15	3	45	B
İşletme Geneli	Sevkiyat	Egzoz tutucu olmaması	Patlama ve yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	1	40	6	240	B	20	2	40	B
İşletme Geneli	Trafo	Sabotaj ve enerji hatlarının yakınlığı	Yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	2	240	B	20	4	80	A
İşletme Geneli	İş Makineleri ve Yangın Söndürme Sistemleri	Mekanik arıza	Yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	2	240	B	20	4	80	A
İşletme Geneli	Elektrik Kabloları	Yıpranma ve aşınma	Elektrik çarpması ve yangın	Yaralanma, ölüm	3	40	2	240	B	20	4	80	A

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme									
					Fine Kinney				Çevresel Risk					
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Durum (A,B,C,D)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk						Durum (A,B,C,D)			
Taşeron Depo	Yakıt Tankları	Bakım- Onarım	Yangın	Yaralanma ve can kaybı, çevre kirliliği	3	40	2	240	B		20	4	80	A
İşletme Geneli	İş Ekipmanları (Bunker ve konveyör)	Havalandırmanın yetersiz olması	Reaksiyon ve atıkların yanması	Verimlilik ve çevre kirliliği	3	40	2	240	B		15	3	45	B
İşletme Geneli	İş Ekipmanları (Bunker)	Bunker dışlilerinin sürtünmesi sonucu aşırı ısınması	Elektrik kaçakları, atıkların yanması ve patlama	Elektrik çarpması sonucu yaralanma, can kaybı, termal konfor etkisi, verimlilik ve çevre kirliliği	3	40	2	240	B		20	4	80	A
Biyogaz	Basınçlı Tanklar (Reaktör)	Tank malzemesinin atıkla reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	6	720	A		20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Atıkların hava veya birbiriyle reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve Patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	3	360	B		20	4	80	A

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme									
					Fine Kinney				Çevresel Risk					
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Durum (A,B,C,D)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk						Risk			
Biyogaz	Yakma Ünitesi	Basıncın kontrolsüz olması, atık beslemenin fazla yapılması, döner fırınların aşırı ısınması	Yangın ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	2	240	B		20	4	80	A
Biyogaz	Brülör	İlk ateşleme	Yangın ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	1	120	C		20	4	80	A
Enerji Üretimi	Kompresör	Basıncın kontrolsüz olması, düzenli bakım-onarım yapılmaması, yalıtkan malzeme kullanılmaması, topraklamanın olmaması, kaçak akım rölesinin olmaması	Yangın ve patlama, elektrik kaçakları	Çevre kirliliği, yaralanma, can kaybı ve	3	40	3	360	B		20	4	80	A
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Bekleme süresinin fazla olması	Koku, kimyasal gaz çıkışı ve egzoz gazı birikmesi	Çevre kirliliği ve kronik toksikasyon	6	40	2	480	A		20	5	100	A

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme										
					Fine Kinney				Çevresel Risk						
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Durum (A,B,C,D)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk						Risk				
Biyogaz	Desülfirizasyon	Ünitenin paslanmaz çelik olmaması	H ₂ S sızıntısı olması	Gaz motorları ve analizörlere zarar vererek çevre kirliliği ve verimliliği etkilemesi	6	40	2	480	A		20	5	100	A	
Atık Besleme	İş Ekipmanları (Bunker)	Kapalı alan	Kimyasal ve biyolojik maruziyet	Meslek hastalıkları	3	15	3	135	C		5	3	15	C	
Biyogaz	Biyogaz Üretimi	Kentsel atıklar	Biyolojik maruziyet	Meslek hastalıkları	6	15	3	270	B		5	5	25	C	
Biyogaz	Yakma Ünitesi (IBC ve fiçiler)	Atık beslemede sızıntı olması, gaz kaçağı	Metan ve sülfirik asit sızıntısına karşı emisyon cihazının aktif olarak çalışmaması	Zehirlenme, ölüm ve çevresel riskler	6	40	2	480	A		20	5	100	A	
İşletme Geneli	İş Makineleri ve Forkliftler	Dökülme, taşma ve gaz çıkışı	Kimyasal maruziyet	Meslek hastalıkları ve çevre kirliliği	3	15	3	135	C		10	3	30	B	

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme										
					Fine Kinney				Çevresel Risk						
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Durum (A,B,C,D)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk						Risk				
İşletme Geneli	Elektrik Tesisatı	Tankların bulunduğu zeminin ıslak olması, kaçak akım rölesi ve topraklamanın olmaması, panoların önünde yalıtıcı paspas olmaması	Elektrik kaçağı	Elektrik çarpması sonucu yaralanma veya can kaybı	3	40	2	240	B		20	4	80	A	
İşletme Geneli	İş Makineleri	Tesise giriş-çıkış yapan araçların, bunker ve forkliftlerin sürekli çalışıyor olması, geçiş yollarının düzgün olmaması ve bakım-onarımlarının düzenli yapılmaması	Gürültü ve titreşim maruziyeti	Meslek hastalıkları, iş kazaları ve çevresel gürültü	3	15	6	270	B		10	3	30	B	
İşletme Geneli	İş Makineleri	Yeterli aydınlatmanın olmaması, yaya yollarının ayrılmaması	Düşme, çarpışma	İş kazaları sonucu yaralanma ve can kaybı	3	15	6	270	B		10	3	30	B	

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme										
					Fine Kinney				Çevresel Risk						
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Durum (A,B,C,D)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk						Risk				
İşletme Genel	Mekanik Araçlar	Pres makinelerinin bakım ve onarımlarının düzenli yapılmaması, uyarı levhalarının yetersiz olması veya olmaması	Fiziksel Maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı	3	40	2	240	B		10	3	30	B	
	Mekanik Araçlar	Konveyör bantlarının emniyet durdurma tellerinin olmaması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı	3	40	2	240	B		10	3	30	B	
	Mekanik Araçlar	Blowerın kayış-kasnak mahfazasının açıkta olması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı	3	40	2	240	B		10	3	30	B	
İşletme Genel	Mekanik Araçlar	Bunker ve tavan vinci operatörünün sürekli çalışıyor olması, aydınlatmanın yeterli olmaması	Ergonomik maruziyet	Meslek hastalıkları ve iş kazası sonucu yaralanma veya can kaybı	3	40	3	360	B		10	3	30	B	

Tablo 3.15 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Değerlendirme Formu

Tehlike-Risk Bilgileri					Risk Değerlendirme										
					Fine Kinney				Çevresel Risk						
					O	Ş	F	R	Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Durum (A,B,C,D)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk						Risk				
İşletme Geneli	Mekanik Araçlar	Biriktirme ünitelerinin bitişik olması, bariyer bulunmaması	Aracın devrilmesi ve atığın dökülmesi	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	2	240	B		20	4	80	A	

Tablo 3.15'te görüldüğü gibi riskler İSG açısından B kategorisi yani esaslı risk olarak belirlenirken çevresel açıdan A kategorisi yani yüksek derecede risk olarak çıkabilmektedir. Bunun başlıca sebebi düzenli depolama havuzunda olduğu gibi çevresel risklerin etkisini zamanla ve yavaşça gösteriyor olmasıdır. Çevresel risklerin İSG risklerinden yüksek çıkması riskin devam ettiğini göstermektedir. Ortamda devam eden bir risk etmeni varken mevcut risk analizlerinde risk aksiyon planı ile alınacak önlemlerin tespiti de düşürülmesi veya yok edilmesi planlanan risk skoru açısından yetersiz kalacaktır. Çünkü ortamda devam eden çevresel riskler için önlem alınmadığında bir süre sonra benzer veya daha şiddetli risklerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Oysaki çevresel etkiler için alınacak basit önlemlerin başlangıçta sisteme dâhil edilmesiyle riskin daha etkin bir şekilde kontrol edilmesi mümkündür. Hazırladığımız risk aksiyon planı ile düşürülmesi planlanan riskler için alınacak önlemlere çevresel önlemler de dâhil edilerek, mevcut riskin etkisinin daha etkin bir şekilde kontrol edilip edilemeyeceği gözlemlenmektedir.

3.4. ENTEGRE RİSK ANALİZİ RİSK AKSİYON PLANI

Entegre risk analizi sonunda risklerin kontrol ve önlenmesine yönelik ayrıca bir risk aksiyon planı hazırlanmış olup plan dâhilinde risk skorları hesaplanmıştır. Buradaki hedef risk analizi sonucunda yüksek çıkan risklerin minimize veya yok edilmesidir. Tesis genelinde çalışan, ekipman ve çevre açısından belirlenen riskler için alınması gereken önlemler bu kapsamda aşağıda sıralanmıştır.

3.4.1. Kontrol Önlemleri

Çalışma kapsamında belirlenen kontrol önlemleri;

1. Sevkiyatı sağlayan belediye araçlarının herhangi bir kazaya neden olmaması için saha genelinde aydınlatmanın ve park alanlarının yeterli olması gerekmektedir. Saha genelinde aydınlatma cihazlarının sürekli kontrol edilerek periyodik olarak bakım-onarımları yapılmalıdır. Tüm araç şoförlerine (ziyaretçiler dâhil) tesis planı verilmelidir. Park alanları için yönlendirme işaret ve levhaları net bir şekilde sahaya

yerleştirilmelidir. Olası kaza durumlarında dökülen atıklar ortamdan hemen temizlenmeli ve saha genelinde rutin olarak toprak analizi istenmelidir. Sahanın tamamının beton yaptırılması toprak kirliliğini önlemede ilk tedbirlerdendir.

2. Üzeri açık araçlarla getirilen atıklar tesise kabul edilmemeli veya araçların üzeri kapalı hale getirilmelidir. Özellikle sıvı atıklar için IBC veya fiçı kullanımı önerilmektedir. Böyle durumlarda araç saha içerisinde kontrol altında tutularak çalışanlara baret ve iş ayakkabısı kullanılmalıdır. Bu tür durumlarda olası taşma ve dökülme riskine karşı yine sahanın beton yapılması istenmektedir.

3. Atık transfer istasyonlarından alınan karışık atıkların içinde cam parçaları, çivi ve şırınga gibi kesici tehlikeli maddeler atığa karışmış olabileceğinden personel uyarılmalı, atık ayrıştırma konusunda eğitim verilmelidir. İçerisinde sıvı ve tehlikeli atık olabilecek diğer atıklar, ayrı bir yerde toplanarak kontrol altına alınmalıdır. Reaksiyon sonucu atıkların neden olabileceği toksik etki için saha genelinde emisyon ölçümleri rutin olarak yaptırılmalıdır. Yaralanmalara karşı riski en aza indirmek için personele baret, eldiven, gözlük, maske ve çizme kullanılmalıdır.

4. Özellikle kış aylarında buzlanmaya karşı araç şoförleri bilgilendirilmelidir. Olası bir kaza durumuna karşı tesis girişinde “Dikkat Kaygan Zemin” ve “Yavaş Seyrediniz” şeklinde uyarıcı levhalar bulundurulmalıdır. Kaza ile atıkların yayılımı engellenmeli, koku ve toprak kirliliği için tedbirler alınarak kontrolü sağlanmalıdır.

5. Transfer noktasından tesise gelene kadar olan alanda sevkiyatın planlanan süreden uzun sürmesi; karışık olarak yüklenen atıklar arasında reaksiyona sebep olacaktır. Reaksiyon sonucu patlama tehlikesine karşı araçlarda uluslararası taşıma kurallarının uygulanması sağlanmalıdır. Personele atık eğitimi verilmeli, olası patlama durumunda emisyon yayılımı kısa sürede durdurulmalıdır.

6. Transfer noktalarından atık alımında ve boşaltım sonrası atığın araç tekerleklerine bulaşması sonucu kirliliğin taşınmasına karşı tekerlek yıkama ünitelerinin yaptırılması, giriş ve çıkışlarda aracın yıkanması sağlanmalıdır. Yıkama suyu deşarjı atık su bertaraf kurallarına göre yapılmalıdır.

7. Kantara girecek araçların hız limitlerine uyması ve doluluk oranlarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Kantar zemininin pürüzlü ve kaygan olup olmadığı

kontrol edilmeli, araçlar kantara tek tek alınmalıdır. Devrilmeye karşı kantar kenarlarına koruyucu bariyerler (parmaklık gibi) yapılmalıdır. “Dikkat Yavaş Girin- Çıkın”, “Dikkat Kaygan Zemin ”şeklinde uyarı levhaları asılmalıdır.

8. Atık yükleme rampasına korkuluk yapılması, yeterli uzunlukta olması ve zeminin uygun olması sağlanmalıdır.

9. Düzenli depolama ünitesinde toplanan atıklardan dolayı yüksek kirlilikte sızıntı suyu oluşmaktadır. Sızıntı suyu kaynaklı yeraltı ve yüzeysel su kirliliğini önlemek amacıyla depo tabanlarının doğal ve/veya sentetik özellikteki, depreme karşı dayanıklı malzemelerle kaplanarak geçirimsiz olmaları sağlanmalıdır. Depo tabanları yıllık olarak kontrol edilmeli, depo çevresinde toprak ve su analizlerinin düzenli yaptırılması gerekmektedir. Olası sızıntı suyu kaçakları için sahaya en az üç adet gözlem kuyusu yerleştirilmeli ve belirli aralıklarla ölçüm ve kontrolleri yaptırılmalıdır. Çalışanların rutin sağlık kontrolleri yapılmalı, uygun Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) temin edilerek gerekli eğitimler verilmelidir.

10. Depolama alanının doluluk oranı hakkında uyarı sistemlerinin yapılması gerekmektedir. Uyarı sistemleri sahada işaret ve levhalarla uygulanırken otomasyon sistemiyle de kontrolü sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Olası taşma durumlarında toplama kanalları oluşturulmalı ve taşan kısmın bertarafı sağlanmalıdır.

11. Depo alanında toprak altına daha önceden döşenmiş rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranmasına karşı bağlantılar sürekli kontrol edilmelidir. Olası bir sızıntı durumunun tespiti için toprak analizlerinin ve emisyon ölçümlerinin düzenli olarak yapılması ve kayıt altında tutulması sağlanmalıdır. Bu alanda çalışan personel için uygun KKD temin edilmeli ve kullanımı sağlanmalıdır.

12. Anaerobik çürütmeyeyle oluşan H_2S gazının etkisini azaltabilmek için biyofiltre ve pH düzenleyiciler gibi koku arıtma sistemleri kullanılmalıdır. Bu alanda düzenli olarak anlık gaz ölçümleri yapılarak kaydedilmelidir. Personel için uygun KKD temin edilmelidir.

13. Depolama alanı, sevk araçları için kolay ulaşılabilir bir yerde olmalıdır. Aynı zamanda sahanın çevresi bariyerli olarak tasarlanmalıdır.

14. Yolların tozumuı engellemek için beton olarak yapılması ve sulama sistemlerinin olması gerekmektedir. Beton olmayan sahada sürekli emisyon ölçümü yapılarak ölçümler kayıt altında tutulmalıdır. Aynı zamanda toprak sahada çalışanlar için gerekli KKD'ler temin edilmelidir. Saha geneline “Döküm Alanı”, “Belediye Araçları”, “Farlarınızı Yakınız” “Dikkat Hayvan Çıkabilir”, “Dikkat Çöp Toplayıcı Çıkabilir” şeklinde uyarı levhaları asılmalıdır.

15. Transferi sağlayan araçların periyodik bakımlarının yaptırılmış olması özellikle egzoz tutucusu olmayan araçların sahaya girişlerinin engellenmesi sağlanmalıdır. Herhangi bir patlama riskine karşı araçlarda yangın söndürücü bulundurulması ve işin niteliğinin anlatılması gerekmektedir.

16. Alt yapı ile ilgili düzenlemelerin yapılması, trafo bağlantılarında koruma rölelerinin ayarlarının yetkililerce uygun şekilde ve rutin kontrollerinin yaptırılması sağlanmalıdır. Burada ex-proof malzemelerinin kullanılması, aşırı ısınmaya karşı ekipman ve tesisatın termal kameralarla izlenmesi gerekmektedir.

17. Mekanik arızalara karşı bakım bölümlerinin bulundurulması, yangın söndürme sistemlerinin teknisyenler tarafından periyodik olarak kontrol edilmesi sağlanmalıdır.

18. Saha genelinde bulunan yüksek gerilim, yeraltı ve yerüstü enerji hatları hakkında personel bilgilendirilmelidir. Bu hatlar için ortam sıcaklığı ve güzergâha göre uygun malzeme seçimi yapılmalı, bölgesel olarak uygun yalıtımın yapılması sağlanmalıdır.

19. Taşeron depodaki yakıt tanklarının yüklenmesi, temizlenmesi, kaynak ve kesme gibi işlemlerin idari binadan uzakta yapılması sağlanmalıdır. Tank alanının çevresine “Dikkat Yanıcı Madde”, “ Açık Alev ve Ateşle Yaklaşmak Yasaktır” ve “Sigara İçilmez” levhaları asılmalıdır. Kimyasallara ait Malzeme Güvenlik Bilgi Formları (Material Safety Data Sheet, MSDS) asılmalıdır. Yangın söndürme ekipleri ve sistemleri hazır duruma getirilmelidir.

20. Bunker ve konveyör alanlarında yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Bu alanlarda düzenli olarak emisyon ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır. Olası reaksiyonla oluşabilecek risklere karşı çalışanlara uygun KKD verilmelidir.

21. Bunker ve konveyör alanlarında özellikle dişliler periyodik olarak kontrol edilmelidir. Dişlilerin aşırı sürtünmesiyle değişen termal konfor şartlarının düzenli olarak ölçülerek kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Bu alanda atıkların tutuşturucu etkisi göz önünde bulundurularak elektrik kablolarının kapalı sistem yapılması gerekmektedir. Ayrıca burada yangın sensörü ve yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır.

22. Reaktör tanklarının malzemesi seçilirken atıkla reaksiyona girmeyecek özellikte olmasına dikkat edilmelidir. Bu alanda basınç ve sıcaklığın sürekli kontrol edilmesi ve tankın etrafının temiz tutulması sağlanmalıdır. Olası bir sızıntının tespiti için anlık gaz ölçümlerinin düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Tank kapakları sadece yetkili kişiler tarafından açılıp kapatılmalıdır. Patlamadan korunma dökümanı hazırlanmalı, yangın dedektörü ve yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır.

23. Düzenli depolama alanına getirilen atıkların üstü örtü toprağı ile örtülmelidir. Reaksiyon olasılığına karşı atıklar ayrıştırılarak ayrı depolanmalıdır. Bu alanda yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır. Burada çalışan personel için maske, gözlük, eldiven ve uygun iş ayakkabısı temin edilmelidir. Atık ayrıştırılması konusunda personele yeterli eğitimin verilmesi sağlanmalıdır. İç denetimlerle kontroller yapılarak düzenli olarak raporlanmalıdır.

24. Yakma ünitesine konveyör bantlarla atık besleme yapılırken miktarın uygun olması sağlanmalı ve sürekli kontrol edilmelidir. Döner fırınların aşırı ısınmaması için termal kameralarla izlenmesi sağlanmalı, soğutucu kumanda odası kurulmalıdır. Bu alanda çalışanlar için uygun KKD temin edilmeli ve ergonomik risklere karşı düzenli olarak eğitim verilmelidir.

25. Yakma ünitesindeki döner fırınının yüksek basınç ve sıcaklığa dayanıklı bir malzemeden yapılmış olması gerekmektedir. Çünkü buradaki brülör ve propan kullanımıyla yapılan ilk ateşlemede oldukça yüksek seviyede basınç ve sıcaklık oluşacaktır. Atık beslemenin devamı olan bu ünite de termal kamera ve soğutucu kumanda odasına dâhil edilmelidir.

26. Atık beslemeden kompresör çıkışına kadar bu yapılardaki ekipmanlarda basınç ve sıcaklık kontrolü için periyodik olarak bakım ve onarımlarının yaptırılması

sağlanmalıdır. Elektrik kaçaklarına karşı yalıtkan malzeme ve kaçak akım röleleri kullanılmalı, yangın dedektörleri ve yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır.

27. Düzenli depolama alanında atıkların fazla bekletilmesiyle oluşacak koku ve gaz birikmesi sebebiyle burada çalışan personele uygun KKD kullanılmalı ve personelin periyodik sağlık kontrolleri yapılarak kayıt altında tutulmalıdır. Bu alanda düzenli olarak emisyon ve anlık gaz ölçümleri yapılmalıdır.

28. Desülfirizasyon ünitesindeki gaz motorları ve analizörlerin H₂S kaynaklı korozyon etkisiyle zarar görüp sızıntı oluşturmaması için bu ünitenin paslanmaz çelikten yapılmış olması gerekmektedir. Bu alanda sızıntı olasılığına karşı anlık gaz ölçümlerinin düzenli olarak yapılarak kayıt altında tutulması gerekmektedir.

29. Bunkerin kapalı alanda olmasından dolayı burada havalandırmanın uygun olması, çalışan personele uygun KKD kullanılması ve periyodik sağlık kontrollerinin yaptırılması sağlanmalıdır. Bu alanda bulunan tavan vincinin periyodik bakım ve onarımları yaptırılmalı ve eğitimsiz kişilerin vinci kullanması engellenmelidir.

30. Tesise kabul edilen karışık kentsel atıklardan oluşabilecek risklere karşı havalandırmanın uygun olarak yapılması gerekmektedir. Çalışan personele KKD kullanılması ve duş imkânı verilmesi gerekmektedir.

31. Atık besleme ünitesinde olası gaz kaçaklarına karşı anlık gaz ölçümleri ve emisyon ölçümlerinin düzenli olarak yaptırılması ve kayıt altında tutulması gerekmektedir. Buradaki emisyon ölçüm cihazlarının periyodik bakım ve onarımları yaptırılmalıdır.

32. Kimyasal içerikli atıkların taşınırken dökülme, taşma ve gaz çıkışıyla kimyasal maruziyet oluşturmaması nedeniyle saha genelinde ortam ölçümleri yaptırılmalı ve kayıt altında tutulmalıdır. Çalışan personelin rutin olarak kan değerlerine bakılmalıdır.

33. Tank etrafındaki zemin daima kuru olmalıdır. Elektrik tesisatının olduğu alanlarda kaçak akım rölelerinin bulundurulması, topraklamanın olması ve yıllık kontrollerinin düzenli yaptırılması gerekmektedir. Panoların önlerinde yalıtıcı paspas kullanılmalıdır. Olası kaçaklara karşı personele yalıtkan ayakkabı ve eldiven verilmelidir. Konuyla ilgili gerekli eğitimlerin verilmesi sağlanmalıdır. Bu alana

“Dikkat Elektrik Kaçağı” şeklinde uyarı levhaları konulmalı ve levhaların dikkat çekici olması gerekmektedir.

34. Kullanılan araçlar ve iş makinelerinden kaynaklı gürültü ve titreşim maruziyetinin engellenmesi için saha genelinde yollar düzgün ve engebesiz olmalı, tesis genelinde gürültü haritası hazırlanmalıdır. Hazırlanan haritalar sayesinde çevresel gürültü maruziyeti tespit edilmeli ve saha genelinde ses duvarı, ağaçlandırma gibi absorban yöntemler kullanılmalıdır. Özellikle forklift kullanıcıları için gürültü ve el-kol titreşim maruziyet ölçümleri düzenli olarak yaptırılarak personele kulak koruyucu temin edilmelidir. İş makineleri ehliyetsiz kişilere kullandırılmamalı, forklift gibi taşıyıcı araçlara aşırı yükleme yapılması engellenmelidir.

35. Saha genelinde araç ve yaya yolları ayrı tutulmalı bu yollarda yeterli aydınlatma sağlanmalıdır. Tesis genelinde aydınlatma ölçümleri yaptırılarak kayıt altında tutulmalıdır. Aydınlatma cihazları bozulma ve yıpranmaya karşı düzenli olarak kontrol edilmeli, periyodik bakım ve onarımları yaptırılmalıdır.

36. Pres makinelerine uyarı levhaları asılmalı, çalışma, bakım ve onarım talimatları görünür bir şekilde makine üzerine takılmalıdır.

37. Konveyör bantın her iki tarafında da emniyet durdurma teli bulunmalı, bantın üzerine “Dikkat Çalışan Aksam” uyarı levhası asılmalıdır. Çalışanlar için uygun KKD temin edilmelidir.

38. Blower üzerindeki kayış- kasnak bölümü ile çalışan arasına muhafaza ekipmanları takılmalı ve özellikle çalışma sırasında yerinden çıkması engellenmelidir. Çalışanlar için uygun KKD temin edilmelidir.

39. İş makineleri kullanıcılarından özellikle vinç operatörlerinde hareketsizlik ve iş tekrarıyla oluşabilecek kas- iskelet rahatsızlıkları ile görme problemlerinden kaynaklı iş kazalarına karşı uygun çalışma süreleri düzenlenmelidir. Bu bölümde çalışanlar için aydınlatma ve ergonomik ölçümlerin düzenli olarak yaptırılması sağlanmalıdır.

40. Atık boşaltımının yapıldığı biriktirme üniteleri birbirinden ayrı olarak tasarlanmalı, aralarında yükseltilmiş bariyer bulunmalıdır. Bu üniteler; kapıların

otomatik açılması için otomasyon sistemiyle yönetilmeli, sistemin kontrolü kumanda odasından sağlanmalıdır.

Tesis genelinde önerilen kontrol önlemlerinin hesaplanan skorlara etkisini anlayabilmek için; bölüm 3.3.3’de örnek olarak anlatılan düzenli depolama alanında düşürülmesi veya kontrol altına alınması planlanan risk skoru hesabı yapılmıştır (Tablo 3.16).

3.4.2. Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Düzenli depolama alanında etkisini zamanla gösterecek olan sızıntı suyu, koku, atıkların taşması ve dökülmesi olarak belirlenen riskler için alınacak tedbirler arasında; toprak ve su analizlerinin yapılması, kullanılan teknolojilerin doğru çalışıp çalışmadığının tespiti için anlık gaz ölçümlerinin ve havuzun genel olarak periyodik kontrollerin yapılması sayılabilmektedir. Aynı zamanda bu alanda çalışanlar için sağlık kontrollerinin rutin olarak yapılması, uygun kişisel koruyucu donanımın verilerek kullanılması ve gerekli eğitimlerin verilmesi sağlanmalıdır.

1. Sızdırmazlık için depo tabanlarının geçirimsiz olarak inşa edilmiş olmasıyla olasılık; mümkün fakat düşük olarak 3’ten 1’e, frekans; atık beslemenin sızıntı ihtimali periyodunu erteleyeceği için 6’dan 3’e düşürülmüş olacaktır. Risk tamamen ortadan kaldırılamamakta olup, etkisi ölümcül olmaktan iş kaybı ve çevresel engele dönüştürüleceğinden 40’tan 15’e düşürülmüş olacaktır. Olasılığın daha düşük seçilememesinin ve şiddetin 15 olarak seçilmesinin sebebi deprem gibi yer hareketleriyle yıpranma ve çatlak oluşumu ihtimalinin devam ediyor olmasıdır.

ÇYS açısından düşünüldüğünde olasılık geçirimsiz tabakanın olması ve toprak analizleriyle haftalıktan yillığa ertelenmiş olacaktır. Etki şiddeti ise bahsi geçen önlemlerle 15’e düşürülmüş olacaktır. Etkinin daha düşük seçilememesinin sebebi; yıllık da olsa sızıntı olasılığında atığın kimyasal içeriğinden dolayı ekolojik etkisinin azaltılamamasıdır. Bu değerlerle planlanan yeni risk skoru geçirimsiz tabakayla olası risk olarak “ Gözetim altında tutulmasını”, toprak ve su analizleriyle “Dikkate değer risk” olarak önlem almayı gerektirecektir. Burada çevresel açıdan alınabilecek diğer

önlemler; depreme karşı dayanıklı yalıtım malzemesi kullanılması ve depo tabanlarının yıllık kontrollerinin yaptırılması olacaktır.

2. Depolama alanının doluluk oranı hakkında uyarı sistemlerinin yapılması ve otomasyon sisteminin kurulmasıyla burada olasılık 3'ten 1'e, frekans 6'dan 3'e düşürülmüş olacaktır. Riskin şiddeti ise ölümcül etkiden uzaklaşarak 40'dan iş kaybı ve çevresel engel olan 15'edüşürülmüş olacaktır. ÇYS açısından ise olasılık 4'ten 1'e, etki şiddeti ise otomasyon sayesinde 15'e düşürülmüş olacaktır. Burada çevresel açıdan daha düşük etki değeri seçilememesinin nedeni otomasyon sisteminin arızaya girme ihtimalinin olmasıdır. Bu aşamada sistemin periyodik kontrollerinin yaptırılması sağlanmalıdır. Ancak bu tür durumlarda işletme politikasının denetimler konusunda planlı çalıştığının ispatı zaman alacağından; etki şiddeti ilk analiz için 15 olarak değerlendirilecektir. Bu değerlerle planlanan yeni risk skoru uyarı levhalarıyla olası risk olarak “Gözetim altında tutulmasını”, otomasyon sistemiyle “Dikkate değer risk” olarak önlem almayı gerektirecektir.

3. Depo alanında toprak altına daha önceden döşenmiş hatların sürekli kontrol edilmesi, periyodik bakım- onarımı, toprak ve emisyon ölçümlerinin düzenli yaptırılması, çalışana uygun KKD temin edilmesi şeklinde alınacak önlemlerle olasılık 3'ten 1'e, frekans 6'dan 3'e ve riskin şiddeti 40'dan 15'e düşürülmüş olacaktır. ÇYS açısından ise olasılık 4'ten 1'e, etki şiddeti yapılan ölçüm sonuçları doğrultusunda 15'e düşürülmüş olacaktır. Bu değerlerle planlanan yeni risk skoru iç denetimlerle sahanın “Gözetim altında tutulmasını” ve ölçüm değerleri ile de “Dikkate değer risk” olarak önlem almayı gerektirecektir.

4. Anaerobik çürütmeyeyle oluşan H_2S gazının etkisini azaltabilmek için biyofiltre ve pH düzenleyiciler gibi koku arıtma sistemlerinin kullanılması, bu sistemlerin düzenli olarak periyodik bakım ve onarımlarının yaptırılması, anlık gaz ölçümlerinin yaptırılması ve uygun KKD temini ile olasılık 3'den 1'e, frekans 6'dan 3'e ve riskin şiddeti 40'dan 15'e düşürülmüş olacaktır. ÇYS için ise etki şiddeti 15'e düşürülmüş olacaktır. Bu değerlerle planlanan yeni risk skoru; arıtma teknolojilerinin kullanılmasıyla sahanın “Gözetim altında tutulmasını” ve ölçüm değerleri ile de “Çabuk müdahale edilmesini” gerektirecektir.

5. Depolama alanının sevk araçları için kolay ulaşılabilir bir yerde yapılması, sahanın çevresinin bariyerli olarak inşa edilmesi ve sürekli kontrol edilmesiyle olasılık 3'den 1'e, frekans 6'dan 3'e ve riskin şiddeti 40'dan 15'e düşürülmüş olacaktır. ÇYS açısından ise etki 15'e düşürülmüş olacaktır. Gün içerisindeki sevkiyat sirkülasyonu için alınan önlemler çevresel risk olasılığını günlükten haftalığa erteleyeceğinden 5'ten 4'e düşürülmüş olacaktır. Bu değerlerle planlanan yeni risk skoru sahanın "Gözetim altında tutulmasını" ve ölçüm değerleri ile de "Dikkate değer risk" olarak önlem almayı gerektirecektir.

6. Düzenli depolama alanına getirilen atıkların üzerinin örtü toprağı ile örtülmesi, atıkların ayrıştırılması, personel için maske, gözlük, eldiven ve uygun i  ayakkabısı temin edilmesi, personele yeterli eğitimin verilmesi ve i  denetimlerin planlanmasıyla olasılık 3'ten 1'e, frekans 6'dan 3'e ve riskin şiddeti 40'dan 15'e düşürülmüş olacaktır. ÇYS açısından ise etki şiddeti 15'e düşürülmüş olacaktır. Bu değerlerle planlanan yeni risk skoru sahanın gözetim altında tutulmasını ve "Dikkate değer risk" olarak önlem almayı gerektirecektir.

7. Düzenli depolama alanında atıkların fazla bekletilmesiyle oluşacak koku ve gaz birikmesi sebebiyle personele uygun KKD kullanılması ve periyodik sağlık kontrollerinin yaptırılması, düzenli olarak emisyon ve anlık gaz ölçümlerinin yaptırılmasıyla olasılık 6'dan 3'e ve riskin şiddeti 40'dan 15'e düşürülmüş olacaktır. Atığın bekletilmesi mevsimsel şartlara bağlı olduğundan bu alanda frekans yeni skor hesabında şartlar değiştirilemediğinden yine 2 olarak hesaba katılmıştır. ÇYS açısından ise yine mevsimsel şartlardan dolayı olasılık 5'ten 4'e düşürülmüştür. Alınan önlemlerle etki şiddeti burada 15'e düşürülmüş olacaktır. Bu değerlerle planlanan yeni risk skoru sahanın "Gözetim altında tutulmasını" ve " abuk müdahale edilmesini" gerektirecektir.

Düzenli depolama alanında planlanan risk skorları ile riskin şiddeti ve  vresel etkisinin azaltılabildiği görülebilmektedir. İSG için alınacak önlemlere  vresel önlemleri de eklediğimizde etki ve şiddetin daha uzun vadede düşük kalması sağlanmış olacaktır. Çünkü  vresel riskler zamanla olu mayı durduracaklardır. Böylece yaşanabilecek risklerin azalmasıyla daha güvenli bir çalışma ortamı ve bu ortamın s rekliiliği sağlanmış olacaktır.

Plan dâhilinde alınan önlemler sonucunda elde edilen yeni risk skorları; detaylı olarak anlatılan tedbirlerin uygulanmasıyla düzenli depolama örneği için Tablo 3.16’da verilmiştir.



Tablo 3.16: Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike- Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici ve Önleyici Faaliyetler/Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk Skoru					Planlanan Risk			
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Sızdırmaz özellikte olmaması	Sızıntı suyu	Çevre kirliliği	Depo tabanlarının doğal ve/veya sentetik özellikteki, depreme dayanıklı malzemelerle kaplanarak geçirimsiz olmaları sağlanmalıdır. Depo tabanının yıllık periyodik kontrolleri yaptırılmalıdır.	1	15	3	45	D	15	1	15	C
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Aşırı dolum uyarı levhalarının olmaması	Taşma, dökülme	Çalışana ve çevreye toksik etki	Depolama alanının doluluk oranı hakkında uyarı sistemlerinin bulundurulmalı, sistem otomasyon olarak tasarlanmalıdır.	1	15	3	45	D	15	1	15	C
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranması	Sızıntı suyu ve koku	Çalışana ve çevreye toksik etki	Sürekli kontrol edilmeli, periyodik bakım- onarımı, toprak ve emisyon ölçümleri düzenli yaptırılmalı, çalışana uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	1	15	C

Tablo 3.16 (Devam): Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike- Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici ve Önleyici Faaliyetler/Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk Skoru					Planlanan Risk			
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Anaerobik çürütme	H ₂ S	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	Biyofiltre ve pH düzenleyiciler kullanılmalı, periyodik bakım onarımları yaptırılmalı, anlık gaz ölçümleri yaptırılmalı, uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	4	60	B
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Depolama alanının sevk araçları için kolay ulaşılabilir olmaması	Taşma, dökülme	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	Depolama alanı sevk araçları için kolay ulaşılabilir bir yerde yapılmalı, sahanın çevresi bariyerli olarak inşa edilmeli ve sürekli kontrol edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	1	15	C
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Atıkların hava veya birbiriyle reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve Patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Atıkların üzeri örtü toprağı ile örtülmeli ve karışık atıklar ayrıştırılmalıdır. Atık eğitimi verilmeli, personel için maske, gözlük, eldiven ve uygun iş ayakkabısı temin edilmelidir. İç denetimler planlanmalıdır.	1	15	2	30	D	15	1	15	C

Tablo 3.16 (Devam): Düzenli Depolama Havuzu Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike- Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici ve Önleyici Faaliyetler/Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk Skoru					Planlanan Risk			
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Bekleme süresinin fazla olması	Koku, kimyasal gaz çıkışı ve egzoz gazı birikmesi	Çevre kirliliği ve kronik toksikasyon	Personele uygun KKD kullanılmalı, periyodik sağlık kontrolleri yaptırılmalı, düzenli olarak emisyon ve anlık gaz ölçümleri yapılmalıdır.	3	15	2	90	C	15	4	60	B

3.4.3. Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Düzenli depolama havuzu risk aksiyon planı örneğindeki gibi tesisin geneline uygulanan tedbirlerle hesapladığımız planlanan risk skoru Tablo 3.17’de verilmiştir.



Tablo 3.17: Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk			
İşletme Girişi	Sevkiyat	Yetersiz aydınlatma ve park alanı	Araç kazası ve atıkların dökülmesi	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Aydınlatma ve park alanları yeterli olmalı, aydınlatma cihazlarının periyodik olarak bakım- onarımları yapılmalıdır. Tüm araç şoförlerine (ziyaretçiler dâhil) tesis planı verilmelidir. Park alanları için yönlendirme işaret ve levhaları net bir şekilde sahaya yerleştirilmelidir. Dökülen atıklar ortamdan hemen temizlenmeli ve saha genelinde rutin olarak toprak analizi istenmelidir. Sahanın tamamı beton yapılmalıdır.	1	15	3	45	D	15	1	15	C
					Üzeri açık araçlarla getirilen atıklar tesise kabul edilmemeli veya araçların üzeri kapalı hale getirilmelidir. Özellikle sıvı atıklar için IBC veya fiçi kullanılmalı, araç saha içerisinde kontrol altında tutularak çalışanlara baret ve iş ayakkabısı kullandırılmalıdır. Saha geneli beton yapılmalıdır.	1	15	3	45	D	15	1	15	C

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı										
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk					
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk				
İşletme Girişi	Sevkiyat	Karışık atık gelmesi	Atık kalitesinin bozulması, reaksiyon, parlama ve patlama	Verimlilik, çalışana ve çevreye toksik etki, yaralanma ve can kaybı	Personel uyarılmalı, atık ayrıştırma konusunda eğitim verilmelidir. Ayrıştırılan atıklar ayrı bir yerde toplanmalı, toksik etki için saha genelinde emisyon ölçümleri rutin olarak yaptırılmalıdır. Personele baret, eldiven, gözlük, maske ve çizme kullandırılmalıdır.	1	15	2	30	D	15	1	15	C	
	Sevkiyat	Zemin ve mevsimsel şartlar	Araç kazası, atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik	Özellikle kış aylarında buzlanmaya karşı araç şoförleri uyarılmalı, tesis girişinde “Dikkat Kaygan Zemin” ve “Yavaş Seyrediniz” şeklinde uyarıcı levhalar bulundurulmalıdır	1	15	1	15	E	5	2	10	D	
	Sevkiyat	Sevkiyatın uzun sürmesi	Reaksiyon, parlama-patlama	Çalışana ve çevreye toksik etki, yaralanma	Sevkiyatın ADR yönetmeliği kapsamında yapılması sağlanmalıdır.	1	15	1	15	E	15	1	15	C	
	Tekerlek yıkama ünitesi	Yıkama ünitesi olmaması veya çalışmaması	Kirliliğin taşınması	Çevre kirliliği ve bulaşıcı hastalıklar	Tekerlek yıkama üniteleri yaptırılmalı, giriş ve çıkışlarda aracın yıkanması sağlanmalıdır.	1	7	3	21	D	5	2	10	D	

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk			
İşletme Girişi	Kantar	Hız limitlerine uyulmaması, zeminin uygun olmaması	Araç kazası, atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik	Araçlar hız limitlerine uymalı ve doluluk oranları kontrol edilmelidir. Kantar zemininin pürüzlü ve kaygan olup olmadığı kontrol edilmeli, araçlar kantara tek tek alınmalıdır. Kantar kenarlarına koruyucu bariyerler (parmaklık gibi) yapılmalıdır. “Dikkat Yavaş Girin-Çıkın”, “Dikkat Kaygan Zemin “şeklinde uyarı levhaları asılmalıdır.	1	15	3	45	D	5	2	10	D
	Atık Yükleme Rampası	Korkuluk olmaması, zeminin uygun olmaması	Atıkların dökülmesi	Yaralanma, çevre kirliliği ve verimlilik	Atık yükleme rampasına korkuluk yapılmalı, rampa yeterli uzunlukta olmalı ve zemin pürüzsüz olmalıdır.	1	15	3	45	D	5	2	10	D
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Sızdırmaz özellikte olmaması	Sızıntı suyu	Çevre kirliliği ve verimlilik	Toprak ve su analizleri ile anlık gaz ölçümleri yapılmalı, depo tabanları geçirimsiz ve depreme dayanıklı malzeme ile kaplanmış olmalı, depo tabanlarının yıllık kontrolleri yaptırılmalıdır. Çalışanların rutin sağlık kontrolleri yapılmalı, uygun KKD temin edilerek gerekli eğitimler verilmelidir.	1	15	3	45	D	15	1	15	C

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı										
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk					
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk				
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Aşırı dolum uyarı levhalarının olmaması	Taşma, dökülme	Çalışana ve çevreye toksik etki	Depolama alanının doluluk oranı hakkında uyarı sistemleri bulundurulmalı, sistem otomasyon olarak tasarlanmalıdır.	1	15	3	45	D	15	1	15	C	
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranması	Sızıntı suyu ve koku	Çalışana ve çevreye toksik etki	Sürekli kontrol edilmeli, periyodik bakım- onarımı, toprak ve emisyon ölçümleri düzenli yaptırılmalı, çalışana uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	1	15	C	
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Anaerobik çürütme	H ₂ S	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	Biyofiltre ve pH düzenleyiciler kullanılmalı, periyodik bakım onarımları yaptırılmalı, anlık gaz ölçümleri yaptırılmalı, çalışana uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	4	60	B	
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Depolama alanının sevk araçları için kolay ulaşılabilir olmaması	Taşma, dökülme	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	Depolama alanı sevk araçları için kolay ulaşılabilir bir yerde yapılmalı, sahanın çevresi bariyerli olarak inşa edilmeli ve sürekli kontrol edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	1	15	C	

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı										
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk					
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk				
İşletme Geneli	Yollar	Toprak yol olması ve hız limitlerine uyulmaması	Tozuma	Termal konfor etkisi ve çevre kirliliği	Saha genelinde yollar beton olarak yapılmalı ve sulama sistemleri kurulmalıdır. Beton olmayan sahada sürekli emisyon ölçümü yapılarak kayıt altında tutulmalıdır. Aynı zamanda toprak sahada çalışanlar için gerekli KKD’ler temin edilmelidir. Saha geneline “Döküm Alanı”, “Belediye Araçları”, “Farlarınızı Yakınız” “Dikkat Hayvan Çıkabilir”, “Dikkat Çöp Toplayıcı Çıkabilir” şeklinde uyarı levhaları asılmalıdır.	1	15	3	45	D	10	2	20	C	
İşletme Geneli	Sevkiyat	Egzoz tutucu olmaması	Patlama ve yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Araçların periyodik bakımları yaptırılmalı, egzoz tutucusu olmayan araçların sahaya girişleri engellenmeli, araçlarda yangın söndürücü bulundurulmalı ve işin niteliği anlatılmalıdır.	1	15	3	45	D	5	2	10	D	

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Durum (Kontrol Edilen)	Planlanan Risk		Durum (Kontrol Edilen)
İşletme Geneli	Trafo	Sabotaj ve enerji hatlarının yakınlığı	Yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Tesisin giriş ve çıkışında güvenlik personeli bulunmalı, ziyaretler planlı olmalı, tesis geneli kamera sistemi ile izlenmeli, acil durum sirenleri bulunmalı ve olası bir durumda ilgili kişilerle irtibat kurulmalıdır. Trafo bağlantılarında koruma röleleri bulunmalı, yetkililerce uygun şekilde ve rutin kontrolleri yaptırılmalıdır. Ex-proof malzemeler kullanılmalı, aşırı ısınmaya karşı ekipman ve tesisat termal kameralarla izlenmelidir.	1	15	1	15	E	15	1	15	C
	İşletme Geneli	İş Makineleri ve Yangın Söndürme Sistemleri	Mekanik arıza	Yangın	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Bakım bölümleri bulundurulmalı, yangın söndürme sistemlerinin teknisyenler tarafından periyodik olarak kontrol edilmesi sağlanmalıdır.	1	15	1	15	E	15	1	15
İşletme Geneli	Elektrik Kabloları	Yıpranma ve aşınma	Elektrik çarpması ve yangın	Yaralanma, ölüm	Yüksek gerilim hakkında personel bilgilendirilmelidir. Bu hatlar için ortam sıcaklığı ve güzergâha göre uygun malzeme seçimi yapılmalı, bölgesel olarak uygun yalıtımın yapılması sağlanmalıdır.	1	15	1	15	E	15	1	15	C

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı				
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney		Çevresel Risk	
						O	Ş F R	E O R	Durum
						Planlanan Risk		Planlanan Risk	(Kontrol Edilen)
Tasaron Depo	Yakıt Tankları	Bakım- Onarım	Yangın	Yaralanma ve can kaybı, çevre kirliliği	Yakıt tanklarının yüklenmesi, temizlenmesi, kaynak ve kesme işlemleri idari binadan uzakta yapılmalıdır. Tank alanının çevresine “Dikkat Yanıcı Madde”, “ Açık Alev ve Ateşle Yaklaşmak Yasaktır” ve “Sigara İçilmez” levhaları asılmalıdır. Kimyasallara ait Malzeme Güvenlik Bilgi Formları (Material Safety Data Sheet, MSDS) asılmalıdır. Yangın söndürme ekipleri ve sistemleri hazır duruma getirilmelidir.	1	15 1 15	15 1 15	E C
	İş Ekipmanları (Bunker ve konveyör)	Havalandırmanın yetersiz olması	Reaksiyon ve Atıkların yanması	Verimlilik ve çevre kirliliği	Yeterli havalandırma sağlanmalı, düzenli olarak emisyon ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır. Çalışanlara uygun KKD verilmelidir.	1	15 1 15	10 2 20	E C
	İş Ekipmanları (Bunker)	Bunker dışlılarının sürtünmesi sonucu aşırı ısınması	Elektrik kaçakları, atıkların yanması ve patlama	Elektrik çarpması sonucu yaralanma, can kaybı, termal konfor etkisi, verimlilik ve çevre kirliliği	Dişliler periyodik olarak kontrol edilmeli, termal konfor şartları düzenli olarak ölçülerek kayıt altına alınmalıdır. Elektrik kabloları kapalı sistem yapılmalı, yangın sensörü ve yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır.	1	15 1 15	15 1 15	E C

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk			
Biyogaz	Basınçlı Tanklar (Reaktör)	Tank malzemesinin atıkla reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Reaktör tanklarının malzemesi reaksiyona girmeyecek özellikte olmalı, basınç ve sıcaklık sürekli kontrol edilmeli ve tankın etrafı temiz tutulmalıdır. Anlık gaz ölçümleri düzenli olarak yapılmalıdır. Tank kapakları sadece yetkili kişiler tarafından açılıp kapatılmalıdır. Patlamadan korunma dökümanı hazırlanmalı, yangın dedektörü ve yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır.	1	15	3	45	D	15	1	15	C
	Düzenli Depolama	Atıkların hava veya birbiriyle reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve Patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Atıkların üzeri örtü toprağı ile örtülmeli ve karışık atıklar ayrıştırılmalıdır. Atık eğitimi verilmeli, personel için maske, gözlük, eldiven ve uygun iş ayakkabısı temin edilmelidir. İç denetimler planlanmalıdır.	1	15	2	30	D	15	1	15	C

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı										
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk					
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk				
Biyogaz	Yakma Ünitesi	Basıncın kontrolsüz olması, atık beslemenin fazla yapılması, döner fırınların aşırı ısınması	Yangın ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Atık beslemenin miktarı uygun olmalı ve sürekli kontrol edilmelidir, termal kameralarla izlenmesi sağlanmalı, soğutucu kumanda odası kurulmalıdır. Bu alanda çalışanlar için uygun KKD temin edilmeli ve ergonomik risklere karşı düzenli olarak eğitim verilmelidir.	1	15	1	15	E	15	1	15	C	
Biyogaz	Brülör	İlk ateşleme	Yangın ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Döner fırın yüksek basınç ve sıcaklığa dayanıklı bir malzemeden yapılmalı, termal kamera ve soğutucu kumanda odasına dâhil edilmelidir.	1	15	1	15	E	15	1	15	C	
Enerji Üretimi	Kompresör	Basıncın kontrolsüz olması, düzenli bakım-onarım yapılmaması, yalıtkan malzeme kullanılmaması, topraklamanın olmaması, kaçak akım rölesinin olmaması	Yangın ve patlama, elektrik kaçakları	Çevre kirliliği, yaralanma, can kaybı ve	Periyodik olarak bakım ve onarımları yaptırılmalı, elektrik kaçaklarına karşı yalıtkan malzeme ve kaçak akım röleleri kullanılmalı, yangın dedektörleri ve yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır.	1	15	1	15	E	15	1	15	C	

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı										
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk					
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk				
Atık Besleme	Düzenli Depolama	Bekleme süresinin fazla olması	Koku, kimyasal gaz çıkışı ve egzoz gazı birikmesi	Çevre kirliliği ve kronik toksikasyon	Personele uygun KKD kullanılmalı, periyodik sağlık kontrolleri yaptırılmalı, düzenli olarak emisyon ve anlık gaz ölçümleri yapılmalıdır.	3	15	2	90	C	15	4	60	B	
	Desülfirizasyon	Ünitenin paslanmaz çelik olmaması	H2S sızıntısı olması	Gaz motorları ve analizörlere zarar vererek çevre kirliliği ve verimliliği etkilemesi	Ünite paslanmaz çelikten olmalı, bu alanda anlık gaz ölçümleri düzenli olarak yapılmalı ve kayıt altında tutulmalıdır.	3	15	1	45	D	15	4	60	B	
Atık Besleme	İş Ekipmanları (Bunker)	Kapalı alan	Kimyasal ve biyolojik maruziyet	Meslek hastalıkları	Personele uygun KKD kullanılmalı, rutin sağlık kontrolleri yaptırılmalıdır. Bu alanda bulunan tavan vincinin periyodik bakım ve onarımları yaptırılmalı ve eğitimsiz kişilerin vinci kullanması engellenmelidir.	1	7	2	14	E	5	2	10	D	
Biyogaz	Biyogaz üretimi	Kentsel atıklar	Biyolojik maruziyet	Meslek hastalıkları	Havalandırma uygun olarak yapılmalı, çalışan personele KKD kullanılmalı ve duş imkânı verilmelidir.	1	7	2	14	E	5	4	20	C	

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı									
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk				
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk			
Biyogaz	Yakma Ünitesi (IBC ve fiçılar)	Atık beslemede sızıntı olması, gaz kaçağı	Metan ve sülfirik asit sızıntısına karşı emisyon cihazının aktif olarak çalışmaması	Zehirlenme, ölüm ve çevresel riskler	Anlık gaz ölçümleri ve emisyon ölçümlerinin düzenli olarak yaptırılması ve kayıt altında tutulması gerekmektedir. Buradaki emisyon ölçüm cihazlarının periyodik bakım ve onarımları yaptırılmalıdır.	3	15	1	45	D	15	4	60	B
İşletme Geneli	İş Makineleri ve Forkliftler	Dökülme, taşma ve gaz çıkışı	Kimyasal maruziyet	Meslek hastalıkları ve çevre kirliliği	Saha genelinde ortam ölçümleri yaptırılmalı ve kayıt altında tutulmalıdır. Çalışan personelin rutin olarak kan değerlerine bakılmalıdır.	1	7	2	14	E	5	2	10	D
İşletme Geneli	Elektrik Tesisatı	Tankların bulunduğu zeminin ıslak olması, kaçak akım rölesi ve topraklamanın olmaması, panoların önünde yalıtıcı paspas olmaması	Elektrik kaçağı	Elektrik çarpması sonucu yaralanma veya can kaybı	Tank etrafındaki zemin daima kuru olmalıdır. Kaçak akım röleleri bulundurulmalı, topraklama yapılmalı ve yıllık kontroller düzenli olarak yaptırılmalıdır. Panoların önlerinde yalıtıcı paspas kullanılmalıdır. Personele yalıtkan ayakkabı ve eldiven verilmelidir. Konuyla ilgili gerekli eğitimlerin verilmesi sağlanmalıdır. Bu alana “Dikkat Elektrik Kaçağı” şeklinde uyarı levhaları konulmalı ve levhaların dikkat çekici olması gerekmektedir.	1	15	1	15	E	15	1	15	C

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı				
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney		Çevresel Risk	
						O Planlanan Risk	Ş Durum (Kontrol Edilen)	F Planlanan Risk	R Durum (Kontrol Edilen)
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı					
İşletme Geneli	İş Makineleri	Tesise giriş-çıkış yapan araçların, bunker ve forkliftlerin sürekli çalışıyor olması, geçiş yollarının düzgün olmaması ve bakım-onarımlarının düzenli yapılmaması	Gürültü ve titreşim maruziyeti	Meslek hastalıkları, iş kazaları ve çevresel gürültü	Saha genelinde yollar düzgün ve engebesiz olmalı, tesis genelinde gürültü haritası hazırlanmalıdır. Saha genelinde ses duvarı, ağaçlandırma gibi absorban yöntemler kullanılmalı, gürültü ve el-kol titreşim maruziyet ölçümleri düzenli olarak yaptırılmalı, personele kulak koruyucu temin edilmelidir. İş makineleri ehliyetsiz kişilere kullandırılmamalı, forklift gibi taşıyıcı araçlara aşırı yükleme yapılması engellenmelidir.	1 7 3 21	D	5 2 10	D
İşletme Geneli	İş Makineleri	Yeterli aydınlatmanın olmaması, yaya yollarının ayrılmasısı	Düşme, çarpışma	İş kazaları sonucu yaralanma ve can kaybı	Saha genelinde araç ve yaya yolları ayrılmalı, bu yollarda yeterli aydınlatma sağlanmalıdır. Tesis genelinde aydınlatma ölçümleri yaptırılarak kayıt altında tutulmalıdır. Aydınlatma cihazları düzenli olarak kontrol edilmeli, periyodik bakım ve onarımları yaptırılmalıdır.	1 7 1 7	E	5 2 10	D

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı										
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk					
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)	
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Planlanan Risk				
İşletme Geneli	Mekanik Araçlar	Pres makinelerinin bakım ve onarımlarının düzenli yapılmaması, uyarı levhalarının yetersiz olması veya olmaması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı	Pres makinelerine uyarı levhaları asılmalı, çalışma, bakım ve onarım talimatları görünür bir şekilde makine üzerine takılmalıdır. Çalışana uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	1	15	E	5	2	10	D	
	Mekanik Araçlar	Konveyör bantlarının emniyet durdurma tellerinin olmaması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı	Konveyör bantın her iki tarafında da emniyet durdurma teli bulunmalı, bantın üzerine “Dikkat Çalışan Aksam” uyarı levhası asılmalıdır. Çalışanlar için uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	1	15	E	5	2	10	D	
İşletme Geneli	Mekanik Araçlar	Blowerın kayış-kasnak mahfazasının açıkta olması	Fiziksel maruziyet	İş kazaları sonucu yaralanma veya can kaybı	Kayış kasnak muhafazası takılmalı, çalışana uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	1	15	E	5	2	10	D	

Tablo 3.17 (Devam): Tesis Geneli Entegre Risk Analizi Risk Aksiyon Planı

Tehlike Risk Bilgileri					Risk Aksiyon Planı												
					Kontrol Önlemleri (Düzenleyici Önleyici Faaliyet/ Tavsiye)	Fine Kinney				Çevresel Risk							
						O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)			
Kısım	Proses	Tehlike	Risk	Etki Alanı		Planlanan Risk					Durum (Kontrol Edilen)	Planlanan Risk					Durum (Kontrol Edilen)
İşletme Geneli	Mekanik Araçlar	Bunker ve tavan vinci operatörünün sürekli çalışıyor olması, aydınlatmanın yeterli olmaması	Ergonomik maruziyet	Meslek hastalıkları ve iş kazası sonucu yaralanma veya can kaybı	Çalışma süreleri ve molalar düzenlenmelidir. Bu bölümde çalışanlar için aydınlatma ve ergonomik ölçümleri düzenli olarak yapılmalıdır.	1	15	2	30	D		5	2	10		D	
İşletme Geneli	Mekanik Araçlar	Biriktirme ünitelerinin bitişik olması, bariyer bulunmaması	Aracın devrilmesi ve atığın dökülmesi	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	Biriktirme üniteleri birbirinden ayrı olarak tasarlanmalı, aralarında yükseltilmiş bariyer bulunmalıdır. Bu üniteler; otomasyon sistemiyle kumanda odasından yönetilmelidir.	1	15	1	15	E		15	1	15		C	

Tablo 3.17 ile tesis genelinde İSG ve ÇSG kapsamında değerlendirilen ve kontrol önlemleri sonrasında hesaplanan risk skorları; sahada hiçbir etkinin göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Risk aksiyon planıyla tamamlanan entegre risk analizi bu özelliği ile algıyı düşük gösteren İSG skorlarından kaynaklanan ve zamanla daha büyük zararların oluşma ihtimalinin çevresel önlemler sayesinde giderebilecek yeterlilikte olduğunu göstermektedir. Böylece gerek risk etmenlerinin gerekse risklere karşı alınacak önlemlerin entegre olarak değerlendirilmesi; yasal mevzuatlarda belirtildiği şekliyle faaliyet gösteren işletmelere sürekli sağlıklı ve güvenilir bir çalışma ortamı sunarak bu zorunluluğun yerine getirilme şartını da sağlamış olmaktadır.





DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ENTEGRE RİSK ANALİZİ SONUCUNDA ELDE EDİLEN VERİLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. ENTEGRE RİSK ANALİZİNDE BELİRLENEN RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez çalışması kapsamında ilk defa gerçekleştirilen entegre risk analizi İSG ve çevresel risklerin ortak grupları olan A (Tolerans Gösterilmeyen/Çok Yüksek), B (Esaslı/Yüksek Risk) ve C (Önemli/ Dikkate Değer Risk) olarak değerlendirilmiştir. Risk gruplandırmaları ve elde edilen skorlar adet olarak İSG ve çevresel riskler açısından Tablo 4.1 'de verilmiştir.

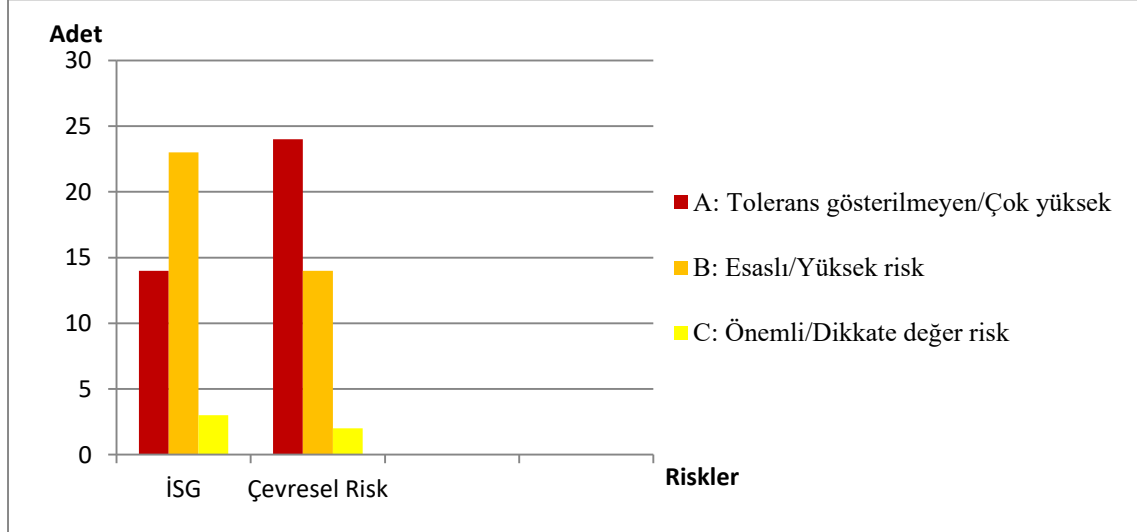
Tablo 4.1: Belirlenen Risklerin Gruplandırılması ve Skor Adetleri

Belirlenen Risklerin Gruplandırılması		N	
Risk Değeri	Açıklaması	İSG	Çevresel Risk
A	Tolerans Gösterilmeyen/ Çok Yüksek	14	24
B	Esaslı/ Yüksek Risk	23	14
C	Önemli/ Dikkate Değer Risk	3	2

Not. N = Adet.

Tablo 4.1'de verilen değerlerin grafiksel gösterimi Görsel 4.1'de ifade edilmiştir.

Görsel 4.1: Belirlenen Risklerin Skor Adetleri Grafiksel Gösterimi



Tablo 3.15'te yapılan değerlendirmeler sonucunda Tablo 4.1 ve Görsel 4.1'de görüldüğü üzere İSG açısından B olarak belirlenen etkinin çevre açısından A olabileceği 12 adet etki tespit edilmiştir. Yine aynı şekilde İSG için C olarak belirlenen etkinin çevre açısından A (çok yüksek) ve B (yüksek risk) olabileceği birer adet etki tespit edilmiştir. Hesaplanan skorlarda risklerin İSG açısından yüksek olup çevresel açıdan

daha düşük çıkabildiği de tespit edilmiştir. Kantar, atık yükleme ve saha geneli yollarda İSG açısından A (tolerans gösterilemeyen risk) olarak belirlenen etkinin çevre açısından B (yüksek risk) olabileceği 3 adet etki, kentsel atık prosesinde İSG açısından B (esaslı risk) olarak belirlenen etkinin çevre açısından C (dikkate değer risk) olabileceği 1 adet etki tespit edilmiştir. Diğer etkiler ise eşit değerde çıkmıştır. Eşitliğin veya çevresel risklerin İSG'den düşük çıkmasının tesis için anlamı; çevresel risklerin kurulum aşamasında yasal zorunluluklarla indirgenmiş olmasıdır. Kurulum aşamasında uygulanan yasal zorunluluklardan bir tanesi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından belirtilen şartlar yerine getirilmeden işletme izni verilmemesidir. İşletme izni alınması Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayınlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği kapsamında gerçekleştirilen bir uygulamadır (ÇED Yönetmeliği: 2/1ç). Yönetmelik kapsamda projelerin; inşaat öncesi, inşaat, işletme ve işletme sonrası izlenmesi ve denetlenmesini sağlayan prosedürleri yerine getirmeleri gerekmektedir. ÇED yönetmeliği ile işletme izni almış bir tesiste gerçekleştirilmesi planlanan proje için çevresel etkiler belirlenmiş, olumsuz etkilerin giderilmesi ya da en az seviyeye indirilmesi için alınacak önlemler belirlenmiş, alternatifler değerlendirilmiş ve projenin izlenmesi ve kontrolü için sistem hazırlanmış demektir. Tablo 3.15'te çevresel risklerin İSG risklerinden düşük veya İSG risklerine eşit çıkmasının sebebi tesisin kurulum aşamasında ÇED yönetmeliği gerekliliklerini yerine getirmiş olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 3.15'te yapılan gruplandırma ile skor hesabı sonunda birbirine eşit olan 22 adet, çevresel riskin İSG riskinden büyük olduğu 14 adet ve çevresel riskin İSG riskinden düşük olduğu 4 adet risk skoru tespit edilmiştir. Bu değerler sahada çevresel risklerin en az İSG riskleri kadar önemli olduğunu göstermektedir. Gruplandırılan risklerin eşitlik durumları Tablo 4.2'de verilmiştir.

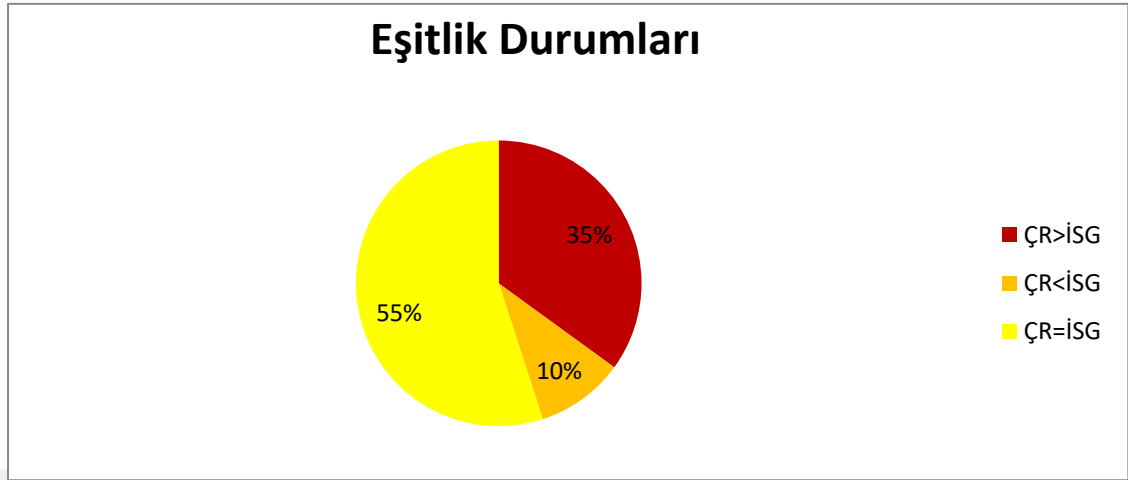
Tablo 4.2: Gruplandırılan Risklerin Eşitlik Durumları

Gruplandırılan Risklerin Eşitlik Durumları		
Eşitlik	N	%
$\text{ÇR} > \text{İSG}$	14	35
$\text{ÇR} < \text{İSG}$	4	10
$\text{ÇR} = \text{İSG}$	22	55

Not. N = Adet. % = Yüzdelik değeri

Tablo 4.2’de verilen değerlerin yüzdelik dilimleri Görsel 4.2’de ifade edilmiştir.

Görsel 4.2: Gruplandırılan Risklerin Yüzdelik Dilimleri



Görsel 4.2’de görüldüğü üzere çevresel risklerin İSG risklerine eşit veya bu risklerden büyük olduğu durumlar toplamda %85’lik bir dilime denk gelmektedir. Bu değer bize sahada çevresel risklerin ne derece önemli olduğunu göstermektedir. Bu kadar önemli bir faktörün kontrol önlemlerinde göz ardı edilmesi mümkün olmayacaktır.

4.2. ENTEGRE RİSK ANALİZİ KONTROL ÖNLEMLERİ SONRASI DEĞERLENDİRME

Entegre risk analizinde kontrol önlemlerine çevresel önlemler eklenerek düşürülmesi planlanan risk skorları üzerindeki etkileri sunulmuştur. İSG ve çevresel önlemlerin birlikte uygulanmasıyla düşürülmesi planlanan riskin; yüksek olan riske göre değerlendirildiğinde daha etkin bir şekilde giderildiği görülmüştür. Bunun başlıca sebebi İSG’de B olarak tanımlanan skorun; riskin kısa sürede önlenmesini önerirken çevre skorunun A olarak tanımlanmasıyla acilen önlem alınmasını önererek daha uyarıcı olmasıdır. Aynı şekilde İSG’de C skoruyla tanımlanan risklerde plan doğrultusunda yıl içerisinde iyileştirilmesi önerilirken, çevre skoru A veya B olarak tanımlanarak önlemin acilen alınması veya çabuk müdahale edilmesi gerektiğini önererek algıyı yüksek ve dikkate değer tutmasıdır.

Kontrol önlemleri sonrasında İSG ve çevresel risklerin ortak grupları B (Esaslı/ Yüksek Risk), C (Önemli/ Dikkate Değer Risk) ve D (Olası/ Kabul Edilebilir Risk) olarak değerlendirilmiştir. İSG Risk gruplarından E (Önemsiz Risk) grubunun çevresel karşılığı bulunmamaktadır. Risk gruplandırmaları ve elde edilen skorlar adet olarak Tablo 4.3'te verilmiştir.

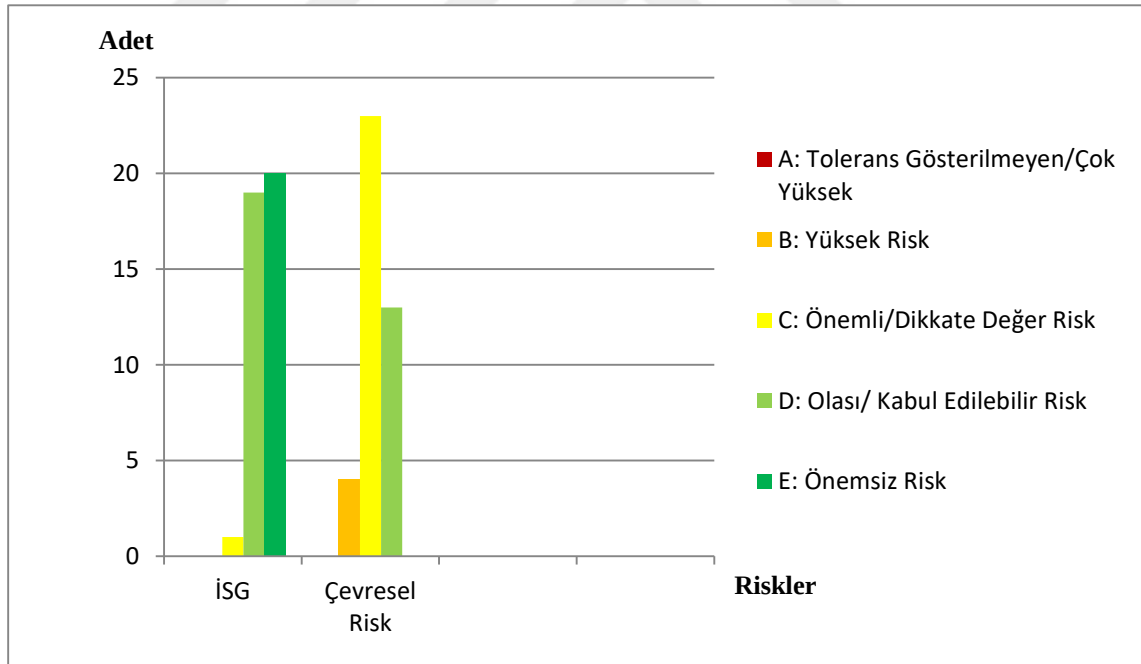
Tablo 4.3: Kontrol Önlemleri Sonrası Risklerin Gruplandırılması ve Skor Adetleri

Kontrol Önlemleri Sonrası Riskler		N	
Risk Değeri	Açıklaması	İSG	Çevresel Risk
A	Tolerans Gösterilmeyen/ Çok Yüksek	-	-
B	Esaslı/ Yüksek Risk	-	4
C	Önemli/ Dikkate Değer Risk	1	23
D	Olası/ Kabul Edilebilir Risk	19	13
E	Önemsiz Risk	20	-

Not. N= Adet.

Tablo 4.3'te verilen değerlerin grafiksel gösterimi Görsel 4.3'te ifade edilmiştir.

Görsel 4.3: Kontrol Önlemleri Sonrası Skor Adetleri Grafiksel Gösterimi



Tablo 3.17 risk aksiyon planı uygulamasıyla kontrol önlemleri sonrası yapılan skor hesabında birbirine eşit olan risk sayısı 6 adet, çevresel riskin İSG riskinden büyük

olduğu risk sayısı ise 34 adet tespit edilmiştir. Bu aşamada çevresel riskin İSG'den düşük olduğu risk tespit edilmemiştir. Bu değerler Tablo 4.4'te verilmiştir.

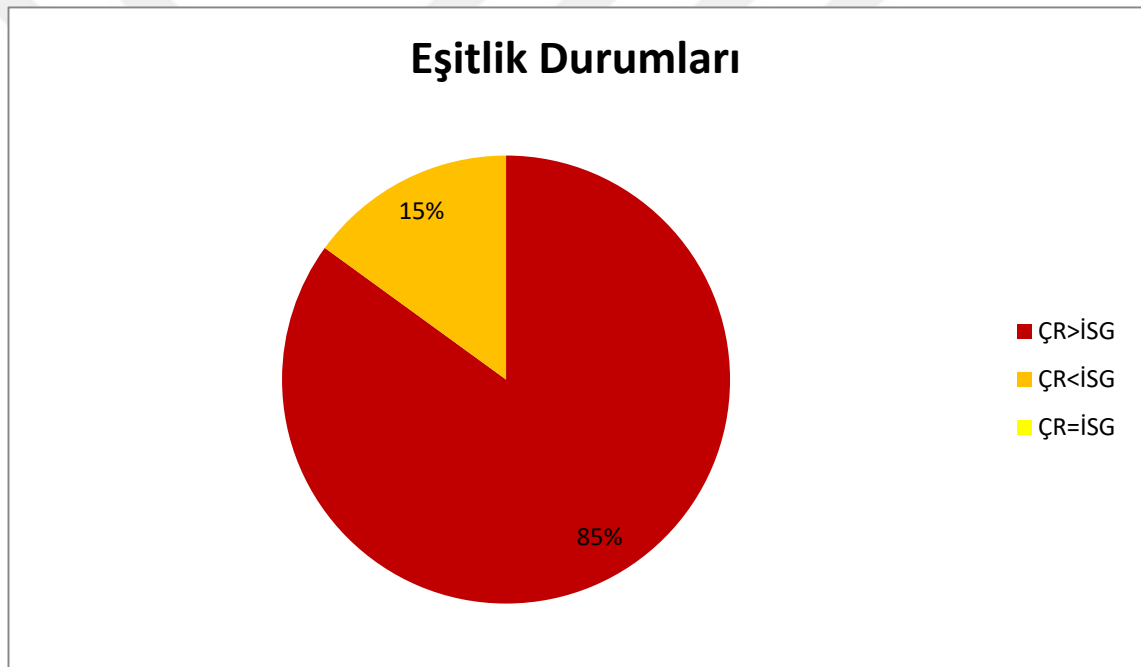
Tablo 4.4: Kontrol Önlemleri Sonrası Gruplandırılan Risklerin Eşitlik Durumları

Gruplandırılan Risklerin Eşitlik Durumları		
Eşitlik	N	%
$\text{ÇR} > \text{İSG}$	34	85
$\text{ÇR} < \text{İSG}$	0	0
$\text{ÇR} = \text{İSG}$	6	15

Not. N= Adet. % = Yüzdelik değeri

Tablo 4.4'te verilen değerlerin yüzdelik dilimleri Görsel 4.4'te ifade edilmiştir.

Görsel 4.4: Kontrol Önlemleri Sonrası Gruplandırılan Risklerin Yüzdelik Dilimleri



Görsel 4.4'te görüldüğü üzere çevresel önlemlerin İSG önlemleriyle değerlendirilmesi sonucu çevresel risklerin İSG risklerinden büyük olduğu durumlar %85'lik dilime, eşit olduğu durumlar ise %15'lik bir dilime denk gelmektedir. Bu değerler bize sahada çevresel önlemlerin İSG önlemlerine nazaran daha güçlü olduğunu göstermektedir.

Biyogazdan enerji üreten bir tesisin İSG ve ÇSG özelinde yürütüldüğü bu tez çalışmasında elde edilen verilerle, proaktif yaklaşımla uygulanmakta olan İSG risk analizlerinin genel toplum sağlığına hitap eden çevresel konularda yetersiz kaldığı tespit

edilmiştir. Çevresel konularda ilgili bakanlıklar tarafından kontrol ve denetimler; işletme öncesinde zorunlu tutulan Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) süreciyle başlamaktadır ve çevresel yönetim sistemleri İSG'yi de kapsamaktadır. Proje aşamasında uygulanan ÇED süreci ve işletme aşamasında uygulanması için hazırlanan standartlar; çalışmanın yürütüldüğü tesis için geliştirilen entegre risk analizinin mevcut eksikliği giderecek kapasitede olduğunu desteklemektedir.

Başta yenilenebilir enerji kaynağı olarak birçok alanda önemli olan biyogazdan enerji üreten tesislerde yönetim sistemlerinin entegre risk analiziyle uygulanması; sahada iş sağlığı ve güvenliği anlamında sağlayacağı üstünlüğün yanı sıra sektörel anlamda oldukça önemli faydaları da beraberinde getirecektir. Öngörülen başlıca faydalar aşağıda sıralanmıştır (Bilici, 2009);

- Karbon sertifikası olarak uluslararası kimliğe sahip olma
- Sıfır atık üreticisi olarak çevresel politikaları uygulayabilme
- TS EN ISO/IEC 17043 standardı ile laboratuvar çalışmaları kapsamında Çevre ve Ölçüm Analiz Yeterlilik Belgesine sahip olma
- Devletin sunduğu teşviklerden yararlanmaya hak kazanma
- Daha güvenli çalışma ortamıyla personel memnuniyeti
- İş kazası ve meslek hastalıklarının en az seviyeye düşürülmesiyle daha verimli bir üretim
- Maddi ve manevi kazanç elde ederek saygınlık ve tercih edilme.

Biyogazdan Enerji Üreten Tesisler için İSG alanında yapılan çalışmalardan; Tahir Emre Onan'ın 2017 yılında hazırladığı “Atıktan Türetilmiş Yakıt Hazırlama Tesislerinde Oluşan Riskler ve Alınması Gereken Önlemler” konulu İSG yüksek lisans tezinde çevresel riskler ve etkileri Fine-Kinney risk değerlendirme metoduyla incelenmiş ancak analiz kısmında ayrı tutulmamıştır. Elif Nur Bilici'nin 2019 yılında hazırladığı “İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinin Biyogaz Tesisinde Uygulanması” konulu yüksek lisans tezinde ise iki ayrı tesis için ISO ve OHSAS standartları değerlendirilmiş ancak bu tesislerin sadece kurulumlarında karşılaşılan engellerin İSG ve Çevre kanunlarıyla yönetilmesi hususunda önerilerde bulunulmuştur.

SONUÇ

Çalışmanın yürütüldüğü tesiste öncelikle oluşabilecek risklerle etki tablosu hazırlanmıştır (Tablo 3.1). Oluşturulan etki tablosu risk değerlendirme formuna aktarılarak İSG ve ÇSG açısından risk skorları hesaplanmıştır (Tablo 3.15). Tablo 3.1’de çıkan sonuçlar neticesinde kurulum aşamasında uygulanan çevresel yönetim sürecinin; risklerin belirlenmesi ve analiz aşamasında İSG ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Entegre risk analizi olarak geliştirilen yeni risk analizinde İSG ve çevresel yönetim açısından gürültü, toz ve gaz ölçümleri gibi ortak olan ortam ölçüm parametreleri bulunması sebebiyle tesiste yapılan ortam ölçüm raporları kılavuz olarak kullanılmıştır.

Biyogazdan enerji üreten bir tesisin İSG ve ÇSG özelinde oluşturabileceği risklerin entegre risk analizi açısından değerlendirildiği bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır. Bunlar;

- Sahada yapılan incelemelerde tesise gelen kentsel atık kaynaklı risklerin yoğunlukta olduğu gözlemlenmiştir. Bu risklere karşı yapılan ortam ölçümlerinin düşük çıkması; işletmenin İSG alanında yapılan risk analizinin yeterli olduğunu düşündürmektedir. Ancak çalışanlar üzerinde zamanla kronik burun pH’sı gibi fiziksel rahatsızlıkların görülmesi, mevsimsel şartlara bağlı olarak koku probleminin giderilememesi, düzenli depolama sahasındaki sızıntı suyu ve gaz yayılımının tam olarak izlenmemesiyle oluşan çevre kirliliği aslında riskin devam ettiğini ve alınan önlemlerin yetersiz olduğunu göstermektedir.
- Çalışmanın yürütüldüğü tesiste seçilen 40 adet etki alanı için belirlenen İSG riskleri; 14 adet tolerans gösterilmez olarak değerlendirilen A grubu, 23 adet esaslı risk olarak değerlendirilen B grubu ve 3 adet önemli risk olarak değerlendirilen C grubu risk şeklinde tespit edilmiştir.
- Aynı etki alanları için belirlenen ÇSG riskleri; 24 adet çok yüksek olarak değerlendirilen A grubu, 14 adet yüksek olarak değerlendirilen B grubu ve 2 adet dikkate değer risk olarak değerlendirilen C grubu risk şeklinde tespit edilmiştir.
- Belirlenen çevresel risklerin %35 oranında İSG risklerinden fazla, %55 oranında İSG risklerine eşit ve %10 oranında İSG risklerinden düşük olduğu görülmüştür.

- Çevresel riskler ile İSG riskleri kendi içinde değerlendirildiğinde; çevresel risklerin İSG'den büyük olmasının çevresel faktörlerin etkisini zamanla gösteriyor olmasından, eşitliğin ise tesisin kurulum aşamasında ÇED Yönetmeliği ile almış olduğu önlemler ve işletme süresince uygulamak zorunda olduğu yasal prosedürlerden kaynaklandığı fark edilmiştir.
- Kurulum aşamasında tesis genelinde uygulanan yasal zorunlulukların kontrol önlemleri olarak risk analizine eklenmesiyle risk aksiyon planı oluşturulmuştur.
- Entegre risk analizi risk aksiyon planında çevresel önlemlerin İSG önlemleriyle birlikte değerlendirilmesiyle yeniden hesaplanan risk skorlarında çevresel riskin İSG riskinden büyük olduğu 34 adet risk skoru ve İSG risklerine eşit olduğu 6 adet risk skoru hesaplanmıştır. Böylece sahada belirlenen %35'lik çevresel algının %85'e çıktığı gözlemlenmiştir. %85'lik çevresel algının bütün riskler için sürekli kontrol ve denetim ortamı sağlayacağı saptanmıştır.
- Risklerin belirlenmesi aşamasına dâhil edilen ve tesis genelinde zamanla daha büyük etki potansiyeli olan çevresel faktörler için alınacak önlemlerle sahadaki olumsuzlukların giderildiği ve İSG risklerinin sürekli düşük kaldığı görülmüştür.

Entegre risk analizi nihai olarak incelendiğinde; çalışma ortamlarında değiştirilmesi mümkün olmayan frekans değerleri gibi parametrelere, reaksiyon sonucu ekolojik etkinin kesinliğine, sahada kısa sürede veya gözlem sırasında anlaşılamayan hava, su ve toprak kirliliği gibi çevresel faktörlere dikkat çekilerek; farkındalık yaratılmaya çalışılmıştır. Bu tez çalışması ve tez kapsamında çalışılan tesiste öncü proses olarak seçilen düzenli depolama alanına ve sonrasında tesis geneline uygulanan entegre risk analizinden elde edilen veriler neticesinde belirlenen %35'lik çevresel algının %85'e çıkmasıyla; çalışma ortamlarının daha güvenli bir noktaya taşınarak, işveren, çalışan, çevre sağlığı açısından ve ekonomik açıdan işletmelere önemli katkılar sağlaması gibi oldukça çarpıcı sonuçlar elde edilmiştir.

Günümüzde artık birçok işletmede iş sağlığı ve güvenliği yönetimi, çevre yönetim sistemi ve kalite yönetim sistemleri genelde aynı birim içinde değerlendirilmektedir fakat hâlen uluslararası standartlarda çalışma ortamları tam anlamıyla sağlanamamaktadır. Bu aşamada belirtilen yönetim sistemlerinin desteklediği

entegre risk analizi uygulamasıyla; yürütölmekte olan İSG çalışmalarının ihtiyaç duyduğu kontrol sürecinin daha başarılı olacağı sayısal olarak ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak belirtilen mevzuat, yönetim sistemleri ve standartların entegre risk analiziyle uygulanması; sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji politikasıyla hizmet vermeyi planlayan tesislerde bu politikaların gerekliliklerini daha işlevsel bir şekilde yerine getirmelerini ve sosyo-ekonomik anlamda gelişim göstermelerini sağlayacaktır.



KAYNAKÇA

- Akkurt, Ş. ve Oğuz, M. (2017). Kayseri ilinin yenilenebilir enerji potansiyeli. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 362-374. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ngumuh/issue/28548/341150>
- Altınok, A. (2016). *Agrega üretiminde iş sağlığı ve güvenliğinin değerlendirilmesi* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Atık Yönetimi Yönetmeliği. (2015, 2 Nisan). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı 29314).
- Aydın, D. S., vd. (2022). *İşyerinde çevresel riskler ve korunma*. Erişim adresi: <https://slideplayer.biz.tr/slide/7224886/%20i%C5%9Fyerinde%20%C3%7evresel%20riskler%20ve%20korunma>
- Bayrakdar, G. (2016). *İşyerlerinde aydınlatma koşullarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bektaş, Y. ve Gülmez, M. (2015). Biyogaz destekli yenilenebilir hibrid sistemler ile enerji üretimi. *Electronic Journal of Occupational Improvement and Research*, 2, 124-133. Erişim adresi <https://docplayer.biz.tr/12287890-Biyogaz-destekli-yenilenebilir-hibrid-sistemler-ile-enerji-uretimi.html>
- Bilici, E. N. (2009). *İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin biyogaz tesisinde uygulanması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Üsküdar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Biyogaz Kılavuzu- Üretimden Kullanıma. (2010). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetim Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/biyogaz%20kılavuzu%20pdf.pdf>
- Çanka Kılıç, F. (2011). Biyogaz, önemi, genel durumu ve Türkiye'deki yeri. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 52 (617), 94-106/94. Erişim adresi https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/d483458ebc518b2_ek.pdf
- Çelik, Ö. (2015). *Rüzgar enerji santrali risk analizi ve değerlendirmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Çevre Haberleri: Çevresel Risk Analizi Nedir? (2017). Erişim adresi:

<https://www.cevreportal.com/cevresel-risk-analizi-nedir/>

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği. (2014, 10 Eylül). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 29115).

Çevre Kanunu. (1983, 11 Ağustos). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı:18132).

Çevre Yönetim Sistemi, Çevresel Performansın İzlenmesi Prosedürü. (2015, 20 Nisan).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Yapı Malzemeleri Laboratuvarı. Erişim adresi:

<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ymdb/editordosya/CYS-PR-14CevreselPerformansinIzlenmesi-Proseduru.pdf>

Çevre Yönetim Sistemi Rehberi. (2008, Aralık). İstanbul: İstanbul Sanayi Odası. Erişim

adresini: https://www.iso.org.tr/sites/1/upload/files/cevre_yonetim_sistemi_rehberi-100.pdf

Çöp Değil Atık: Atık Yönetimi. (2016). Erişim adresi: <https://www.escarus.com/cop-degil-atik-atik-yonetimi>

Deviren, H., İlkılıç, C. ve Aydın, S. (2017). Biyogaz üretiminde kullanılabilen materyaller ve biyogazın kullanım alanları. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7 (2/2), 79-89. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/buyasambid/issue/33195/339987>

Dış Politika: Kyoto Protokolü. (2011). Erişim adresi: <https://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>

Düzenli depolama tesisleri saha yönetimi ve işletme kılavuzu. (2014). Erişim adresi:

https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/editordosya/Duzenli_Depolama_Tesis_Saha_Yon_ve_isletme_kilavuzu.pdf

Ercan, M. (2016). *Tehlikeli atıkların bertaraf tesislerinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi* (İş sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

Erel, F. (2015). *Forkliftlerle güvenli çalışma* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

Genç, N. (2011). Atıkların biyohidrojen üretim potansiyellerinin değerlendirilmesi.

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 17 (2), 63-77. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pajes/issue/20505/218289>

Göreke, C., Kitiş, Ş., Yalçın, Y., (2021). Biyogazdan elektrik enerjisi üretiminin iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi. İçinde Nergis, B., Bardak, S., Kayar, M., Mendi, F. (Eds.), *Mühendislik alanında araştırma ve değerlendirmeler*, (s. 43-66). Ankara: Gece Kitaplığı.

Gülşen, H. E., vd. (2009). Çeşitli atıklardan biyogaz üretiminin sürdürülebilir çevre yönetimine etkisi. *Çevre Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (2), 1-15. Erişim adresi <http://www.ekodenge.com.tr/wp-content/uploads/2019/05/CMO-Makale2018.pdf>

Gürel, G. (2015). *Katı atıklardan enerji üretilmesi ve Samsun katı atık tesisinin incelenmesi* (Uzmanlık Tezi). İller Bankası Anonim Şirketi, Samsun.

Gürültü Ölçümü. (t.y.). Erişim adresi: <https://www.okco.com.tr/wp-content/uploads/G%C3%BCr%C3%BClt%C3%BC%C3%96l%C3%A7%C3%BCm%C3%BC.pdf>

ISO 14001: Çevre Yönetim Sistemi Nasıl Kurulur Oluşturulur Uygulanır. (2005). Erişim adresi: <https://www.isokalitebelgesi.com/iso-14001-iso14000-cevre-yonetim-sistemi-nasil-kurulur-olusturulur-uygulanir>

ISO 14001: Çevre Yönetim Sistemi Risk Analizi Nedir? Nasıl Yapılır? (2005). Çevre Yönetim Sistemi Risk Analizi Nedir? Nasıl Yapılır? Erişim adresi: <https://www.isokalitebelgesi.com/iso-14001-cevre-yonetim-sistemi-risk-degerlendirme-analizi-nedir-nasil-yapilir>

ISO 14001: Çevre yönetim sistemini nasıl kontrol edeceğiz? Çevre kontrolleri. (2005). Erişim adresi: <https://www.isokalitebelgesi.com/iso14001-cevre-yonetim-sistemini-nasil-kontrol-edecegiz-cevre-kontrolleri>

ISO-ISO/TC 255-Biogas. (t.y.). Erişim adresi: <https://www.iso.org/committee/617083.html>

İş Hijyeni Laboratuvarı: Gaz ve Buhar Ölçümleri. (2015). Erişim adresi: <http://www.gelisimosgb.com.tr/sayfalar.asp?LanguageID=1&cid=3&id=s0&id2=29>

İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik. (2017, 24

Ocak). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 29958).

İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012, 06 Haziran). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı:28339).

İş Sağlığı ve Güvenliğinde İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliği. (2013, 29 Mart). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 28602).

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. (2012, 29 Aralık). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 28512).

İş yeri ortam ölçümleri neleri kapsar? (2015, 04 Ocak). Erişim adresi:

<https://akademikbasari.com.tr/is-yeri-ortam-olcumleri-neleri-kapsar/>

Kacı, E., ve Taçgın, E. (2017). 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu kapsamında proaktif yaklaşım üzerine risk değerlendirme ve bazı öneriler. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (12), 1-16. Erişim adresi <https://arastirmax.com/en/system/files/dergiler/126555/makaleler/1/12/arastirmax-6331-sayili-sagligi-guvenligi-kanunukapsaminda-proaktif-yaklasim-uzerine-risk-degerlendirme-bazioneriler.pdf>

Kara, G., Akbulut, Z. ve Topak, A. N. (2018). Türkiye’deki atıksu arıtma tesislerinde koku problemleri. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (4), 185-188. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ucbad/issue/41073/496430>

Kemirtlek, A. (t.y.). *Entegre katı atık yönetimi*. Erişim adresi: https://istac.istanbul/contents/44/cevremakaleleri_130838592910380265.pdf

Koku alamama (anosmi) nedir, nedenleri ve tedavisi. (t.y.). Medikal Akademi Yayıncılık ve Prodüksiyon LTD. ŞTİ. Erişim adresi: <https://www.medikalakademi.com.tr/koku-alamama-kaybi-anosmi-nedir-nedenleri-ve-tedavisi/>

Kozacı, C. (2017). *Kömür yakıtlı termik santrallerde yangın tehlike kaynakları, riskler ve kontrol önlemleri. Türkiye’de termik santraller raporu*. TMMOB Makine Mühendisleri Odası. Erişim adresi: https://toplumsalbakis.net/wpcontent/uploads/2020/09/TermikSantralRaporuK%C4%B1s%C4%B1m4_MMO2017_-sh-303-470_Opt.pdf

Küresel ısınma nedir? (2017). Erişim adresi: <http://www.obi.bilkent.edu.tr/bultenorta/20172018/ekoilk22092017.pdf>

- Kürkçü, E., Biçer, Ş., Sarıöz Ağca, İ. ve Tayfur, D. (2020). *Kimyasalların Güvenli Depolanması Rehberi*. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı, Yayın No:45.
- Onan, T. E. (2017). *Atıktan türetilmiş yakıt hazırlama tesislerinde oluşan riskler ve alınması gereken önlemler* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Gedik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özkan, A. (2019). *İki farklı iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme metodolojisinin bir işletmede uygulamalı karşılaştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Öztürk, İ. ve Altınbaş, M. (2021). *Biotrend atık ve enerji tesislerinin teknik değerlendirme raporu*. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü. Erişim adresi: <https://www.biotrendenerji.com.tr/Files/halka-arz/biotrend-cevre-ve-enerji-yatirimlari-as-izahname-ek-5-teknik-guvence-raporu.pdf>
- Risk Değerlendirmesi ve Metodolojisi. (2021). İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi. Erişim adresi: http://cdnacikogretim.istanbul.edu.tr/auzef/content/21_22_Guz/risk_degerlendirmesi_ve_metodolojisi/8/index.html#ek_kaynaklar
- Sanayi Tesislerinin Doğalgaz Dönüşüm Şartnamesi. (t.y.). KARGAZ Kars Ardahan Doğalgaz Dağıtım A.Ş. Erişim adresi: <https://kargazdagitim.com.tr>
- Tozla Mücadele Yönetmeliği. (2013, 05 Kasım). T.C. Resmi Gazetede (Sayı: 28812).
- Türker, M. (2008, 17-19 Aralık). *Anaerobik biyoteknoloji ve biyogaz üretimi Dünya’da ve Türkiye’de eğilimler*. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu UETS’2008, İstanbul. Erişim adresi: <https://www.biyogazder.org/makaleler/mak03.pdf>
- Uslu, V. (2014). *İşletmelerde iş güvenliği performansı ve iş güvenliği kültürü algılamaları arasındaki ilişki: Eskişehir ili metal sektöründe bir araştırma* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

- Yaman, G. (2020). *İş hijyeni, iş güvenliği uygulamaları ve yem işletmesinde araştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırklareli Üniveritesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırklareli.
- Yavrucu, K. (2019). *Biyogaz üretim parametrelerinin incelenmesi, saflaştırılması ve askeri birlikler için analizi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Gedik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldız, Ş., vd. (2009, 15-17 Haziran). *Organik atıklardan biyogaz üretimi (Biyometanizasyon) projesi: İstanbul örneği*. Türkay 2009, Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.



DİZİN

-A-

Anaerobik, 2, 14, 15, 43, 44, 45
Atık Yönetimi, 2, 12, 14, 15, 98
ATY, xiv, 16, 17, 18, 19, 20

-B-

Biyofiltre, 43, 60, 66
Biyogaz Teknik Komite, 2
Biyogazdan Enerji Üretimi, vii
Biyometanizasyon, 19

-Ç-

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 5, 6
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 12, 94, 95
Çevre Yönetim Sistemi(ÇYS), 7
Çevresel Önlemler, v, 58, 87, 89
Çevresel Riskler, 3, 31, 45, 54, 58, 67, 83, 87, 95
ÇSG, xiv, 1, 3, 22, 24, 28, 40, 87, 92

-D-

Düzenli Depolama, 17, 19, 20, 22, 25, 40, 65, 92

-E-

Enerji Üretim Ünitesi, 17
Entegre Atık Yönetimi, 12, 13
Entegre Risk Analizi, v, 87, 92

-F-

Fermente Ürün Yönetimi, 2
Fine Kinney, 40

-G-

Gaz Depolama ve Arıtma, 17

-İ-

IBC, 26

-İ-

İlk Ateşleme, 30, 53, 81
İSG, 5
İş Sağlığı ve Güvenliği Müdürlüğü (İSGÜM), xv, 6

-K-

Kantar, 17, 29, 50, 60, 75, 87
Kişisel Koruyucu Donanım, xiv, 60
Kojenerasyon, 19
Kompaktör, 20
Konveyör, 27
Kyoto Protokolü, 13, 95

-M-

Malzeme Güvenlik Bilgi Formları, 61, 79
Mekanik Ayırma Ünitesi, 17
Metan Gazı, 15, 24, 28
MYK, xv, 3

-O-

OHSAS, xv, 2, 3, 5
Organik Atık, 14, 18
Otam Ölçümleri, 39, 40, 63, 92

-Ö-

Ön fermentasyon, 19

-P-

pH düzenleyiciler, 60, 66
Pres, 31, 56, 64, 85
Proaktif, 5

-R-

Reaksiyon, 29, 45, 48, 49, 74

Reaktör, 30, 34, 35, 36, 38, 52, 62, 80

Rigol, 20, 22, 43, 60

-S-

Semi Treyler, 17

Sıfır Atık Projesi, 12

Sızıntı Suyu, 14, 20, 43, 45, 60, 65, 92

Susuzlaştırma Ünitesi, 17

Sülfirik Asit, 31, 43, 54, 83

Sürdürülebilir Kalkınma, v, 1, 7

-T-

Tehlike, 5

Tekerlek Yıkama Ünitesi, 17, 29, 49, 74

Türk Akreditasyon Kurumu, 6

-V-

Verimlilik, 11, 19, 28

-Y-

Yakma Ünitesi, 25, 26

Yenilenebilir Enerji, 11, 12, 13, 15, 93, 94



